

# DATARAPPORT FRA GRUNNUNDERSØKELSE

**NVE**

**Kvikkleiresone 578 Høgnes**

Oppdrag nr: 1350007108

Rapport nr. 1

**Dato: 26.11.2014**

Fylke Nord-Trøndelag	Kommune Verdal	Sted Høgnes	UTM - Sone 32 06269 - 70731
Byggherre			
Oppdragsgiver NVE			
Oppdrag formidlet av			
Oppdragsreferanse Oppdragsbekreftelse 10.11.2014			
Antall sider 6	Tegn.nr 101-115	Bilag.nr. 2	Antall tillegg 3

Prosjekt-tittel

**Kvikkleiresone 578 Høgnes**

Rapport-tittel

**Grunnundersøkelser  
Datarapport**

Oppdrag nr: 1350007108	Rapport nr: 1	Rev:	Dato: 26.11.2014	Kontr: <i>BUN</i>
Oppdragsleder: Navid Zamani		Utarbeidet av: Navid Zamani <i>NAZI</i>		
<p>SAMMENDRAG</p> <p>NVE planlegger bunnsenkning i en bekk innenfor kvikkleiresone 578 Høgnes i Verdal. I forbindelse med det har Rambøll utført grunnundersøkelser på området i form av dreietrykksonderinger i 9 punkt, CPT i 2 punkt og prøveserier i 3 punkt.</p> <p>Sonderinger og opptatte prøver tyder på at grunnforholdene generelt består av leire og kvikkleire med enkelte siltlag. Stedvis er det registrert et lag med grovere masser på toppen.</p> <p>Dybden til fjell er ikke kjent, da boringene er avsluttet uten at fjell er nådd.</p>				

## INNHOOLD

1	INNLEDNING .....	4
1.1	Prosjekt .....	4
1.2	Innhold .....	4
2	UNDERSØKELSER .....	4
2.1	Feltundersøkelser .....	4
2.2	Oppmåling .....	4
2.3	Laboratorieundersøkelser .....	4
2.4	Resultater .....	5
3	GRUNNFORHOLD .....	5
3.1	Løsmasser .....	5
3.2	Grunnvann .....	5
3.3	Fjell .....	6

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev. nr.	Tittel	Målestokk
101		OVERSIKTSKART	1 : 50 000
102		SITUASJONSPLAN	1 : 1 000
103		BORERESULTATER, PKT 1, 2 OG 3	1 : 200
104		BORERESULTATER, PKT 4, 5 OG 6	1 : 200
105		BORERESULTATER, PKT 7, 8 OG 9	1 : 200
106		TRYKKSONDERING, PKT 4	1 : 200
107		TRYKKSONDERING, PKT 6	1 : 200
108		BOREPROFIL, PKT 1	1 : 100
109		BOREPROFIL, PKT 3	1 : 100
110		BOREPROFIL, PKT 4	1 : 100
111 A		TREAKSIALFORSØK, PKT 4, LAB 9	
111 B		TREAKSIALFORSØK, PKT 4, LAB 9	
112 A		TREAKSIALFORSØK, PKT 4, LAB 10	
112 B		TREAKSIALFORSØK, PKT 4, LAB 10	
113		ØDOMETERFORSØK, PKT 4, LAB 9	
114		ØDOMETERFORSØK, PKT 4, LAB 10	
115		KORNFORDELINGSFORSØK, PKT 1, 3 OG 4	

## BILAG

- 1 DOKUMENTASJON MÅLEKVALITET CPTU PKT 4
- 2 DOKUMENTASJON MÅLEKVALITET CPTU PKT 6

**TILLEGG**

- I MARKUNDERSØKELSER
- II LABORATORIEUNDERSØKELSER
- III SPESIELLE UNDERSØKELSER

## 1 INNLEDNING

### 1.1 Prosjekt

Det er i forbindelse med vurdering av skredfaren knyttet til aktiv erosjon og bunnsenkning i en bekk innenfor kvikkleiresone 578 Høgnes i Verdal utført grunnundersøkelser av Rambøll for NVE.

### 1.2 Innhold

Rapporten inneholder samlede resultater fra grunnundersøkelser med data fra felt og laboratorium.

## 2 UNDERSØKELSER

### 2.1 Feltundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i form av 9 dreietrykksonderinger og 2 CPT. Sonderingene er avsluttet i 12,1 – 26,1 meters dybde etter henvisning fra NVE. For nærmere klassifisering av løsmassene er det tatt opp prøver fra punkt 1, 3 og 4. For å måle poretrykket er det satt 2 hydrauliske piezometere i punkt 4.

Punktene plassering fremkommer av situasjonsplan, tegning 102.

### 2.2 Oppmåling

Borepunktene er satt ut av Rambøll og målt inn med GPS av Verdal kommune. Koordinater og høyder fremkommer av tabellen under. Målingene er utført i Euref89, sone 32, vertikal datum NN1954.

Punkt	Koordinater		Terrengkote
	Nord	Øst	
1	7073164.2	626875.0	33.91
2	7073139.0	626897.7	35.01
3	7073171.6	626903.2	26.58
4	7073173.9	626936.3	34.65
5	7073138.1	626943.9	35.23
6	7073265.7	626941.1	23.13
7	7073235.7	627106.2	20.66
8	7073225.9	627070.3	35.20
9	7073262.8	626902.1	25.04

Tabell 1 – Koordinatliste

### 2.3 Laboratorieundersøkelser

Prøver som er levert til geoteknisk laboratorium er klassifisert og undersøkt med hensyn på måling av vanninnhold, tyngdetetthet og udrenert skjærstyrke. Det er utført kornfordeling, ødometer og treksforsøk på utvalgte prøver.

## 2.4 Resultater

Resultater fra dreietrykksonderingene er vist som enkeltboringer med en enkel løsmasseoversikt på tegning 103 - 105. CPT er presentert på tegning 106 og 107.

Resultater fra laboratorieundersøkelsene fremkommer i egne borprofil på tegning 108-110. Treksforsøk, ødometer og kornfordeling er fremstilt på tegning 111-115.

Tillegg I, II og III gir forklaring og metodebeskrivelse for henholdsvis utførte felt- og laboratorieundersøkelser.

## 3 GRUNNFORHOLD

### 3.1 Løsmasser

Sonderinger og opptatte prøver tyder på at grunnforholdene generelt består av leire og kvikkleire med enkelte siltlag. Stedvis er det registrert et lag med grovere masser på toppen. Leira er siltig og har innslag av enkelte små skjellrester og gruskorn. Udrenert skjærfasthet på leirholdige masser er målt til 20-70 kPa.

Laboratorieresultatene viser tyngdetetthet på ca. 19,0-20,4 KN/m<sup>3</sup>. Vanninnholdet på de opptatte prøvene varierer fra ca. 20-35 %.

### 3.2 Grunnvann

Grunnvannstand varierer generelt noe med årstider og varierende nedbørsforhold, og vil også kunne være påvirket av drenerende tiltak som f.eks. ledningsanlegg o.l.

Det er installert 2 stk hydrauliske poretrykksmålere i punkt 4, hhv 7 og 11 m under terreng. Følgende er registrert, tabell 2 og 3.

Dato	klokkeslett	Dybde filter	Målt dybde	Målt høyde rør	d	hw
12.nov	09:00	7.0		1.0		
17.nov	14:30	7.0	6.32	1.0	5.32	1.68
19.nov	14:20	7.0	6.29	1.0	5.29	1.71
21.nov	13:50	7.0	6.3	1.0	5.30	1.70
24.nov	11:50	7.0	6.31	1.0	5.31	1.69
26.nov	12:10	7.0	6.31	1.0	5.31	1.69

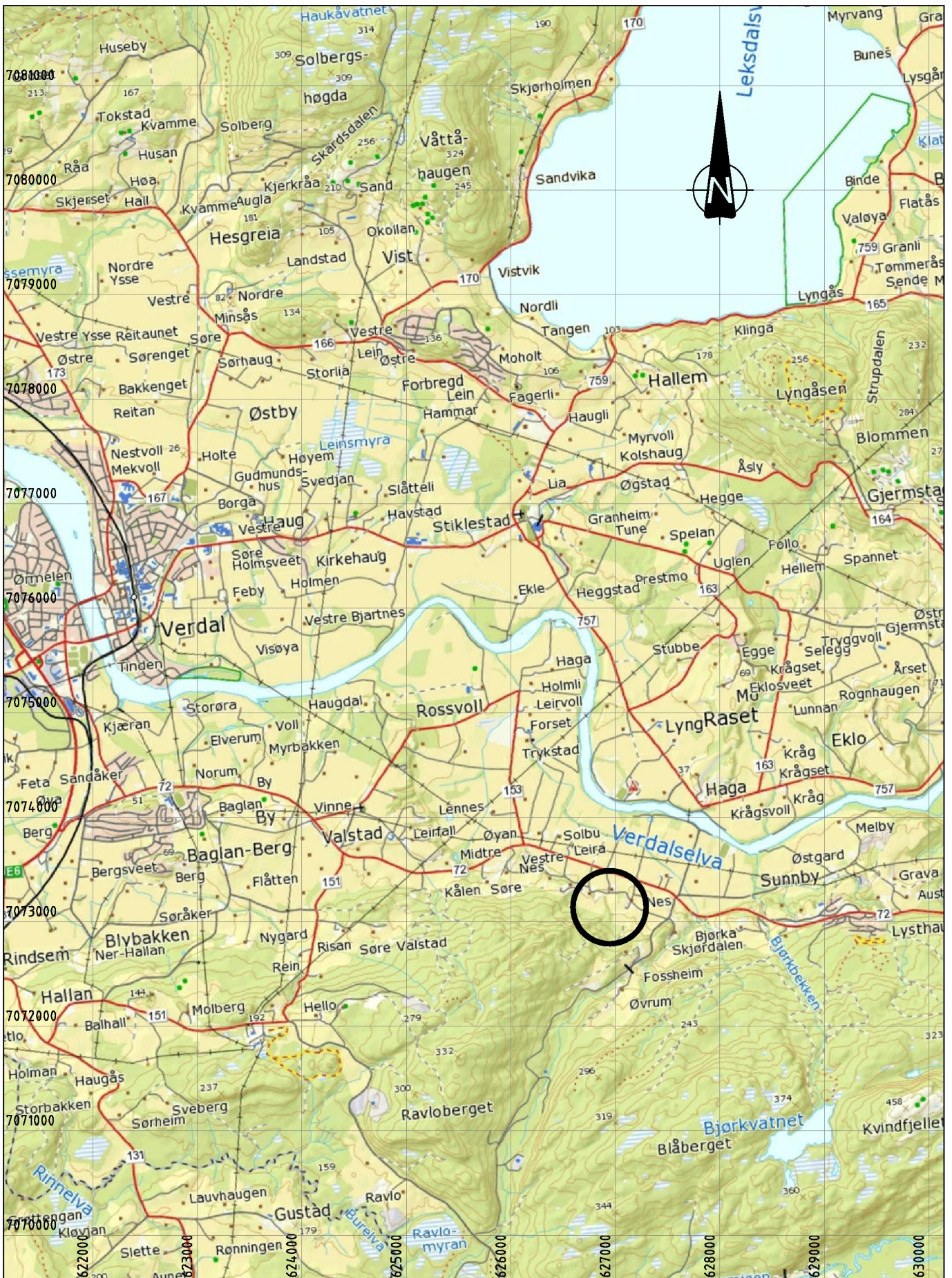
Tabell 2 - Poretrykksmåling

Dato	klokkeslett	Dybde filter	Målt dybde	Målt høyde rør	d	hw
12.nov	09:00	11.0		1.0		
17.nov	14:30	11.0	4.26	1.0	3.26	7.74
19.nov	14:20	11.0	4.95	1.0	3.95	7.05
21.nov	13:50	11.0	5.47	1.0	4.47	6.53
24.nov	11:50	11.0	5.97	1.0	4.97	6.03
26.nov	12:10	11.0	6.2	1.0	5.20	5.80

Tabell 3 - Poretrykksmåling

### 3.3 Fjell

Dybden til fjell er ikke kjent, da boringene er avsluttet uten at fjell er nådd.



0	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350007108    Målestokk: 1: 50 000    Status:

---

Kvikkleiresone 578 Høgenes  
NVE

---

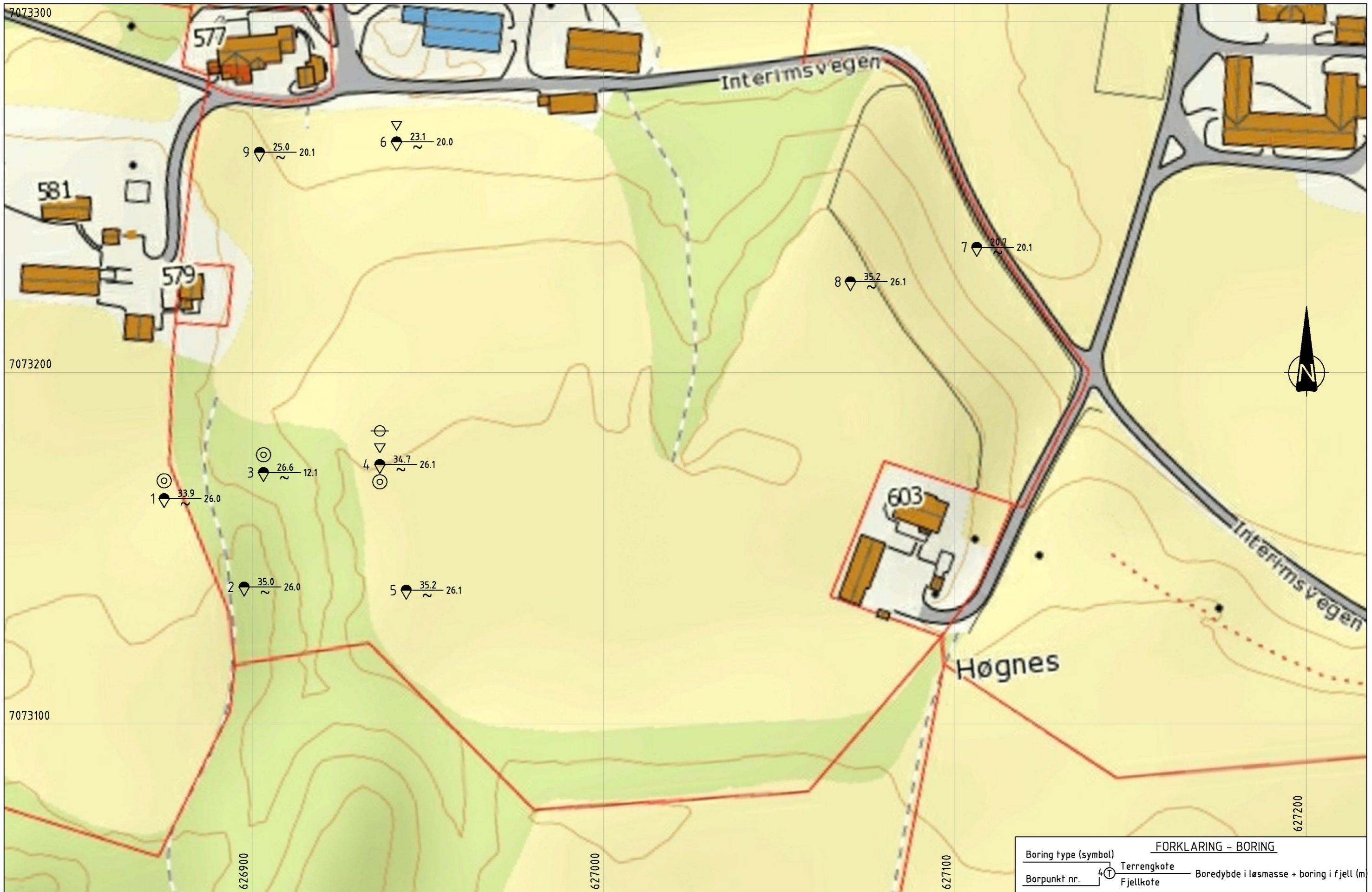
OVERSIKTSKART  
UTM32 (Euref89): 06269 70731

**RAMBOLL**

Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr: 101    Rev: 0





Boring type (symbol)		FORKLARING - BORING	
Terrengekote	⊕	Boreddybde i løsmasse + boring i fjell (m)	
Fjellkote	⊖		

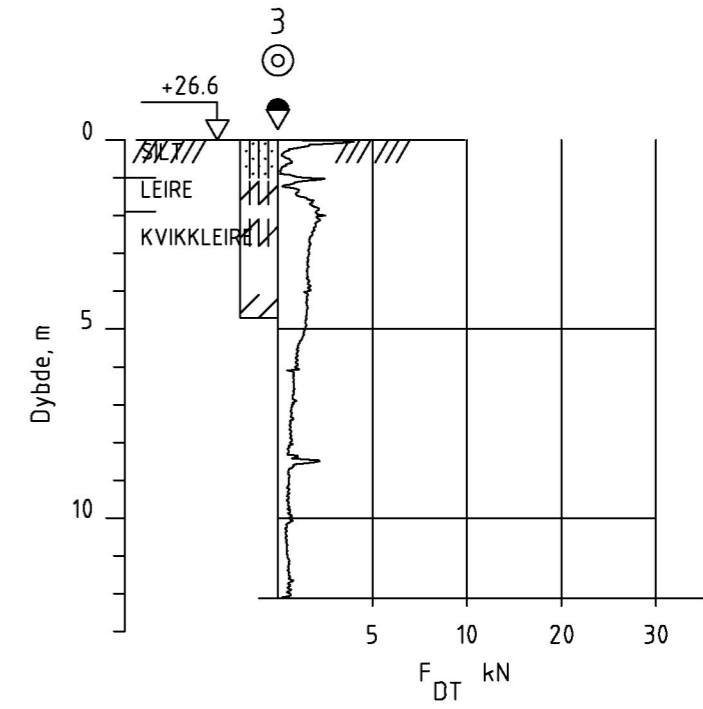
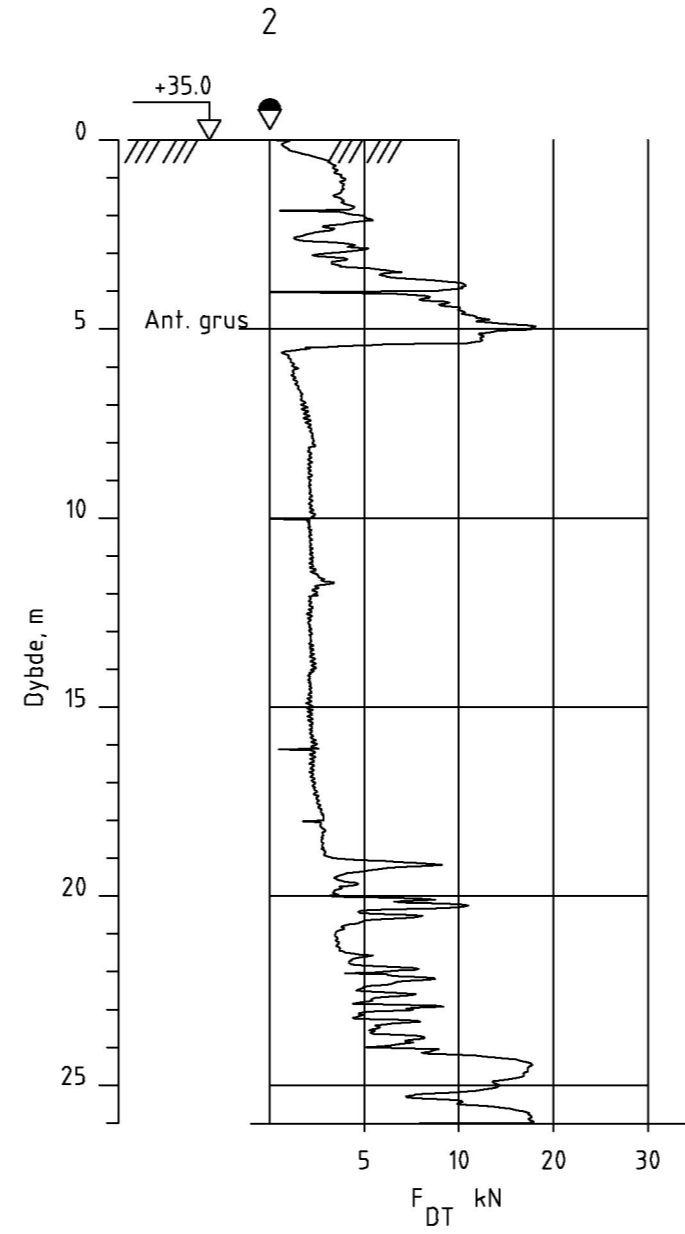
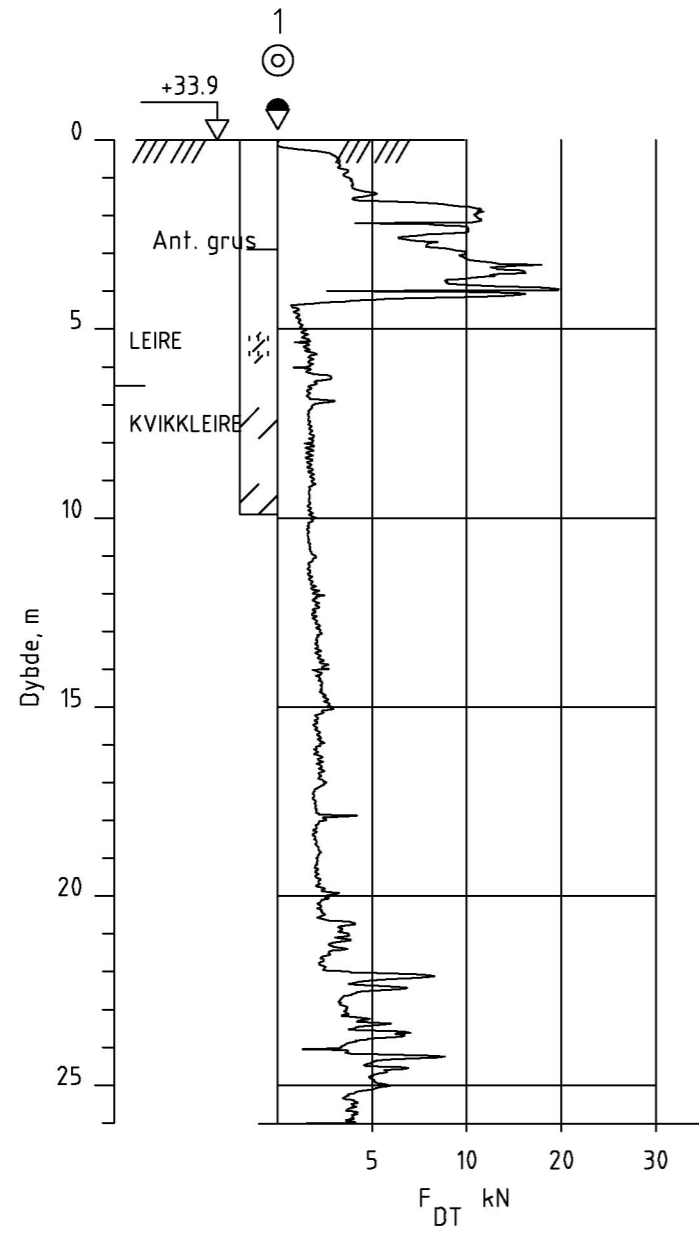
00	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Kvikkleiresone 578 Høgnes**  
 OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 ● Dreietryksondering  
 ⊕ Prøveserie ⊖ Piezometer  
 ∇ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350007108	MÅLESTOKK 1:1000	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 102		REV. 0	



00	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



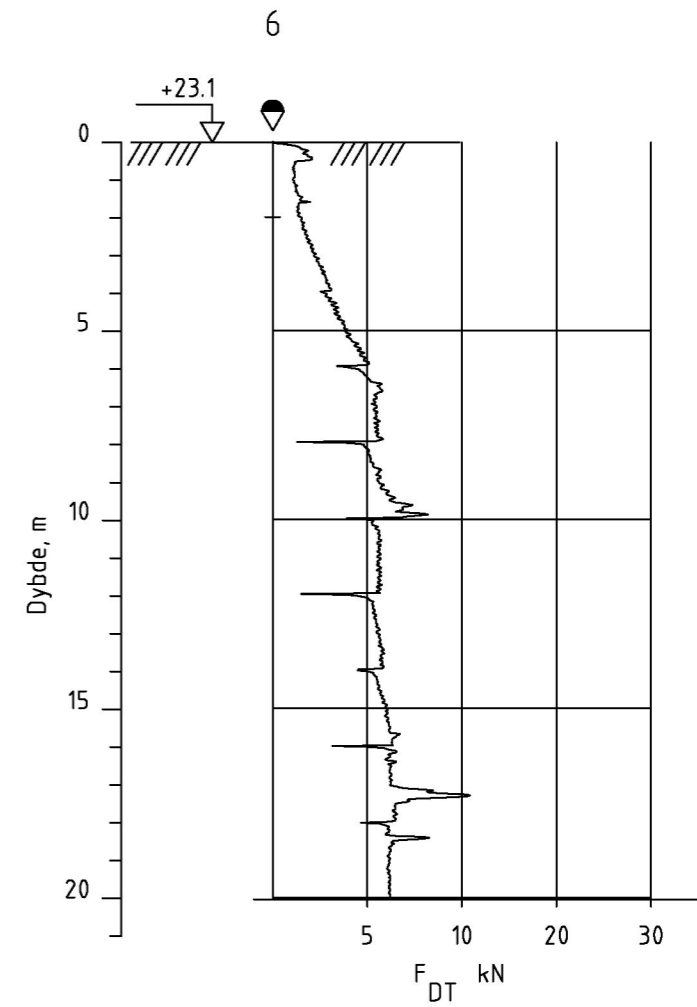
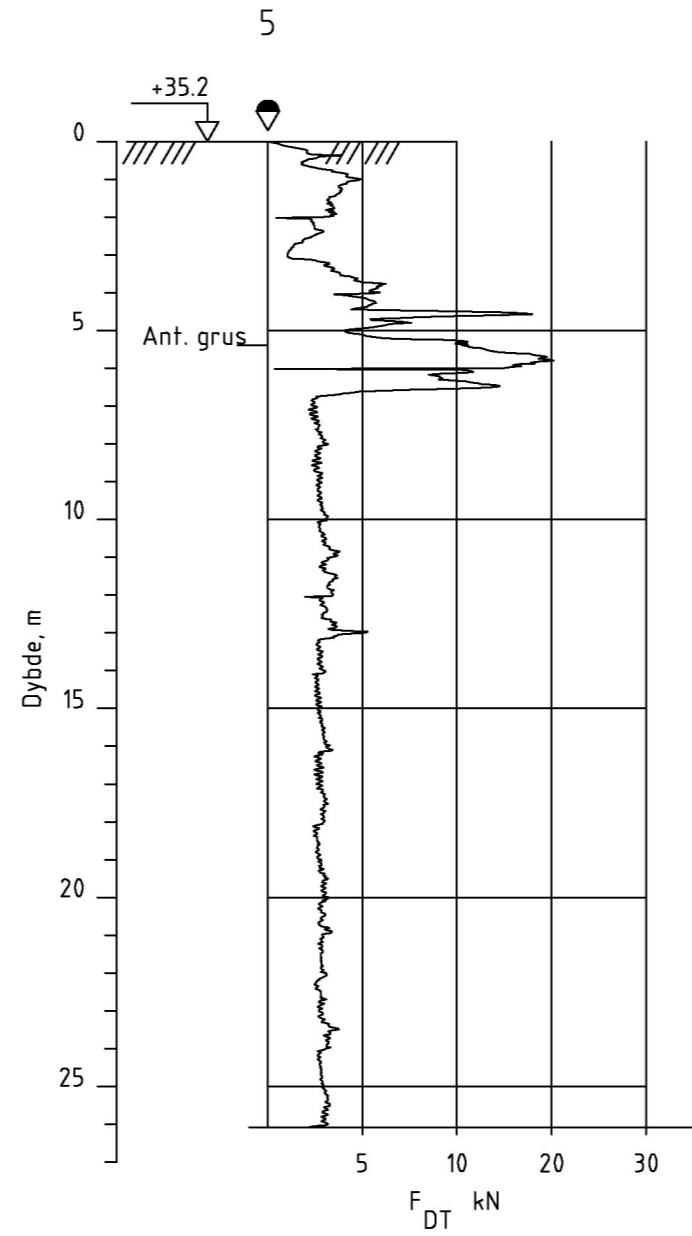
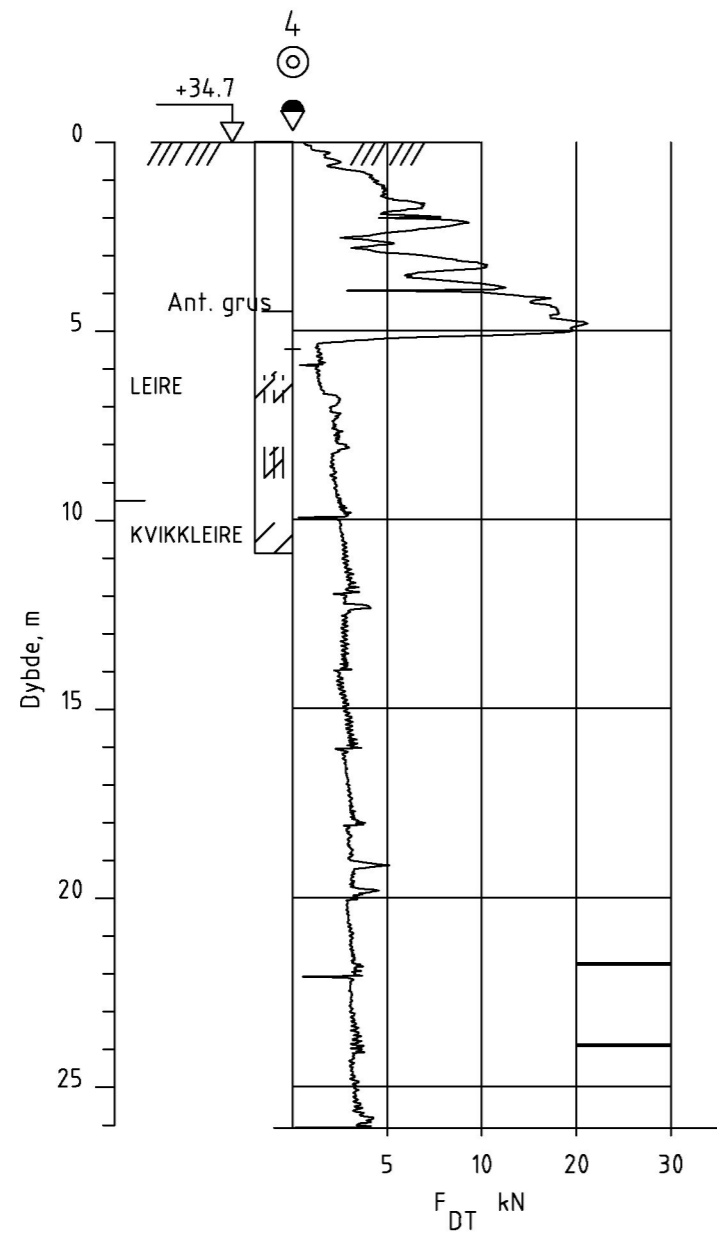
Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Kvikkleiresone 578 Høgnes**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**  
 Dreietrykksondering  
 Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350007108	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 103			REV. 0



00	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



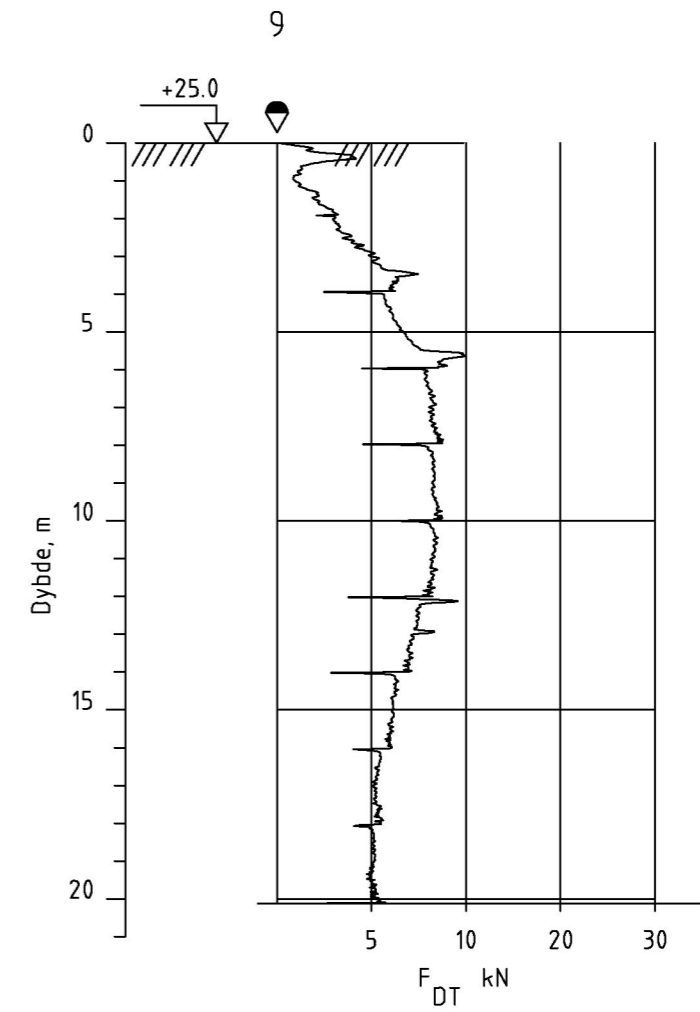
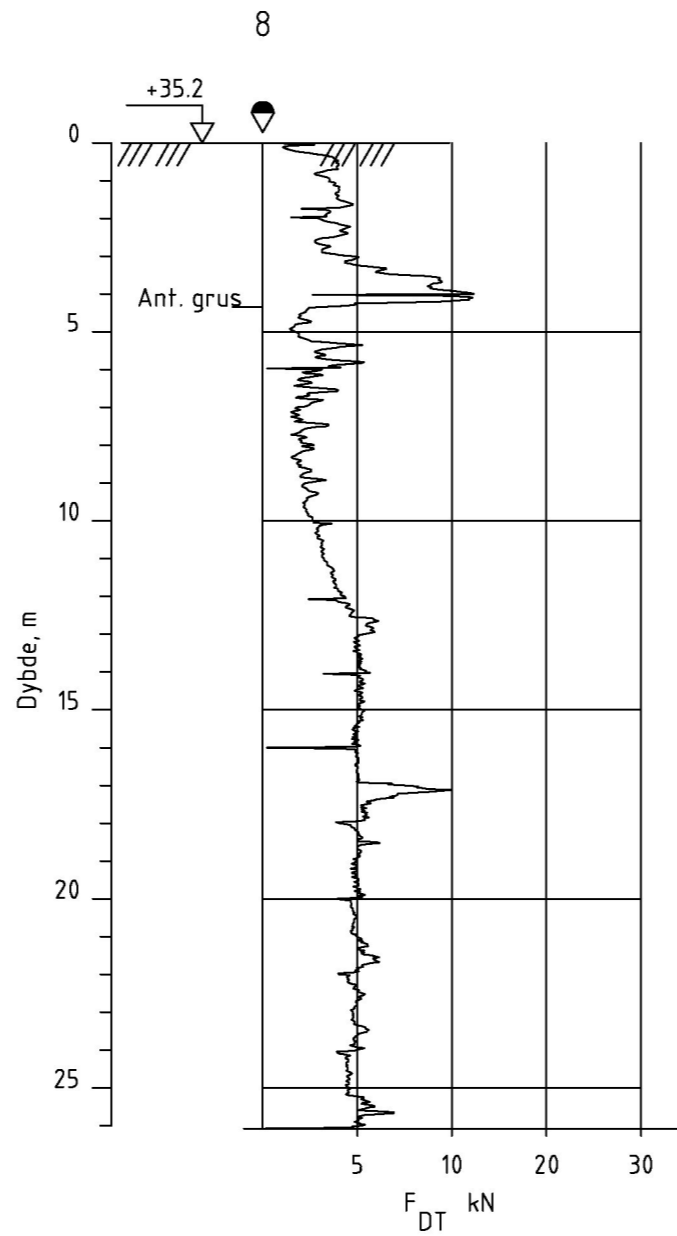
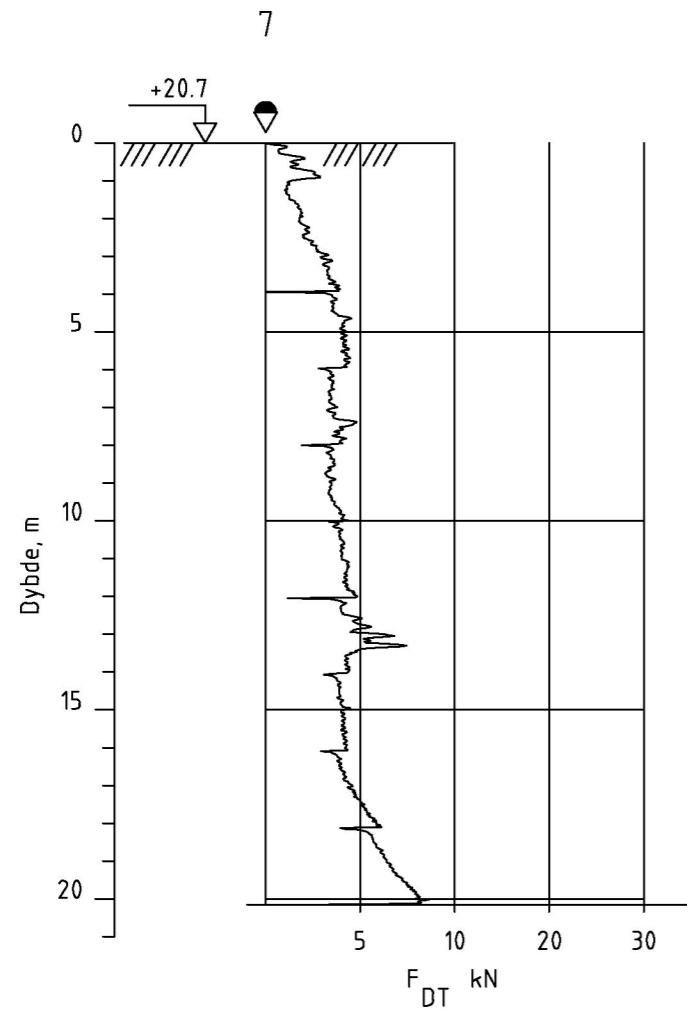
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Kvikkleiresone 578 Høgnæs**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOLD  
**BORERESULTATER**  
 Dreietrykksondering  
 Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350007108	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 104			REV. 0



00	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



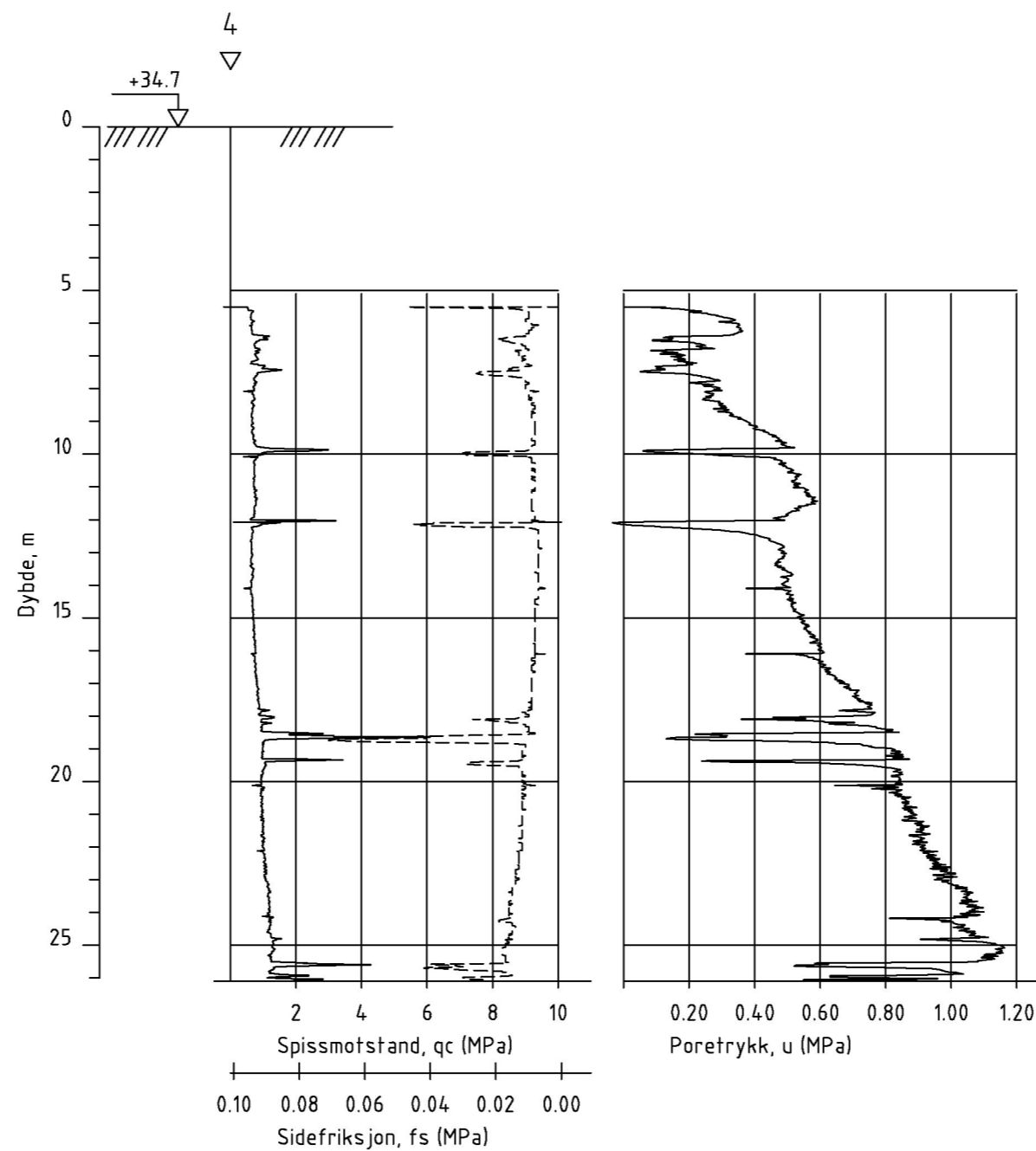
Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Kvikkleiresone 578 Høgnes**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**  
 Dreietrykksondering  
 © Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350007108	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 105			REV. 0



00	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

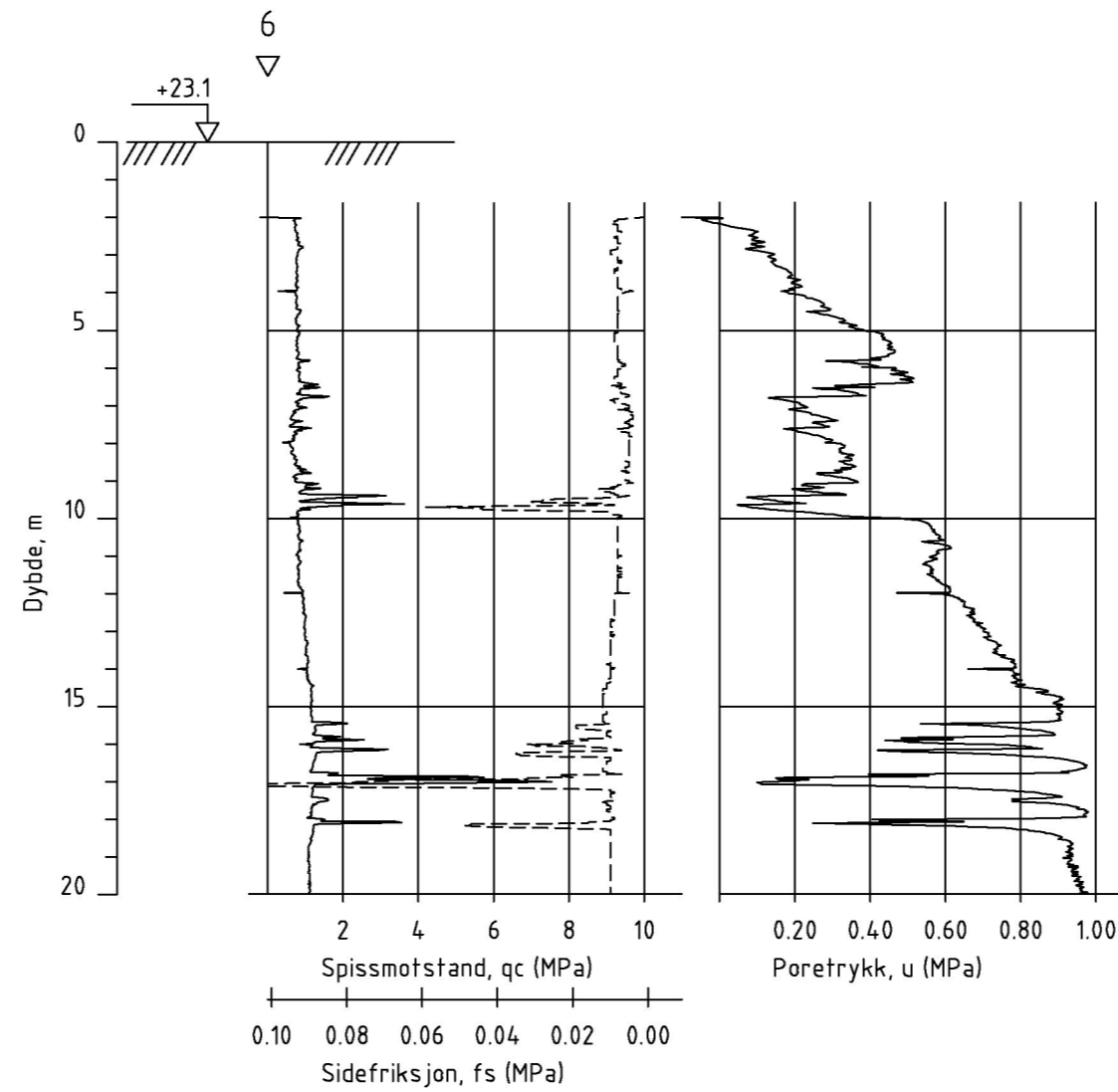


Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Kvikkleiresone 578 Høgnes**  
 OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**  
 ▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350007108	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 106			REV. 0



00	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**

Ramboll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Kvikkleiresone 578 Høgnes**

OPPDRAGSGIVER  
**NVE**

INNHOOLD  
**BORERESULTATER**  
▽ Trykksondering (CPTU)

OPPDRAG NR. 1350007108	MÅLESTOKK 1:200	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 107			REV. 0

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ( $C_u$ ) i kPa				$S_t$
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5	LEIRE med siltlag, enkelte små skjellrester		01			35	38	19.1 19.0	▼	▼	○	7 9	
	KVIKLEIRE		02			35	38	19.0 19.2	▼	▼	○	100 107	
10			03	K	H	35	38	19.2 19.7	▼	▼	○	150 97	
15													
20													

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def. % v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense  $w_p$  |————|  $w_L$  Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350007108 Målestokk: 1:100

Status: Datarapport

Kvikkleiresone 578 Høgnes  
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 1

TERRENGHØYDE: +33.9 PRØVETYPE: 54 mm

**RAMBOLL**

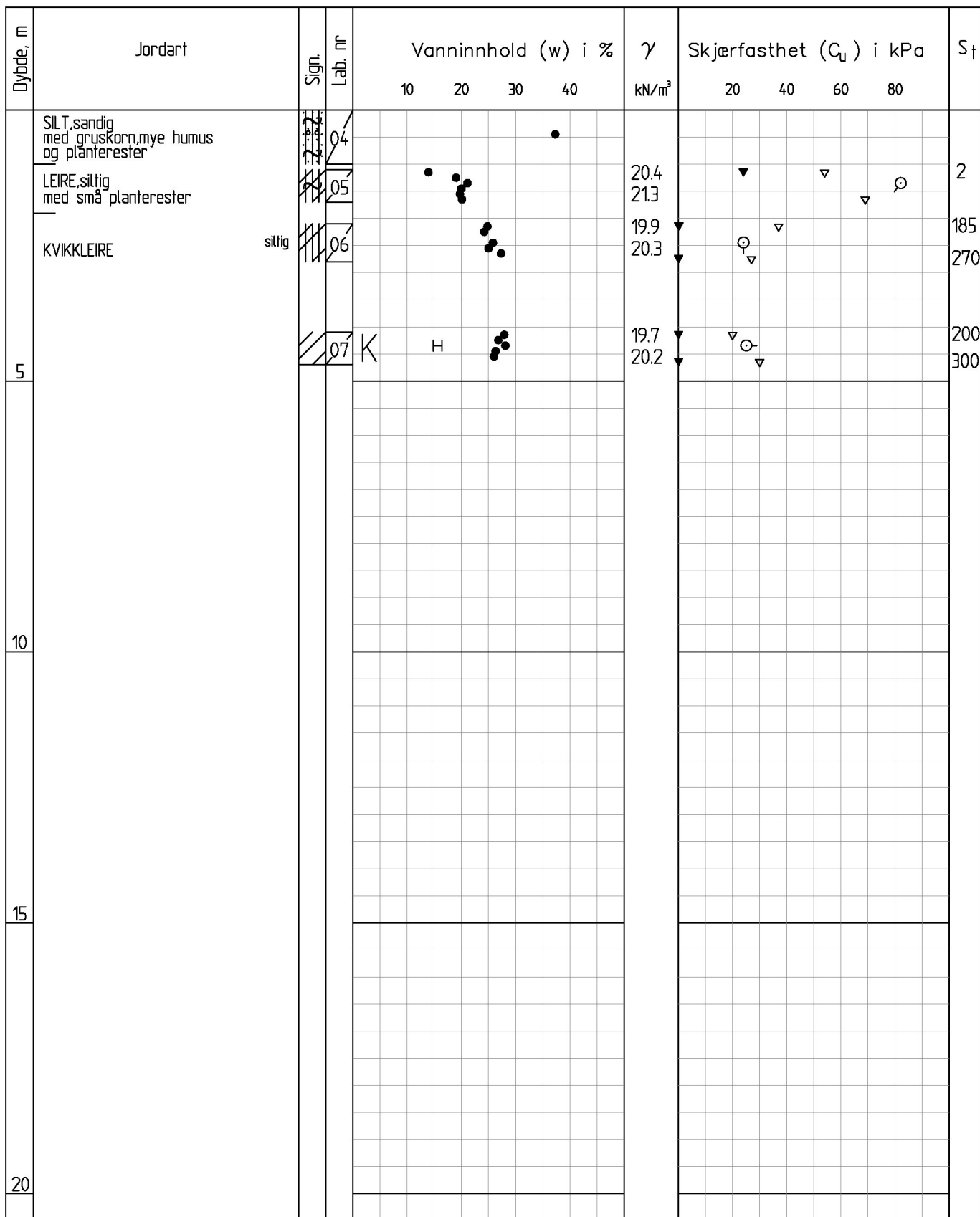
Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

Tegning nr.

Rev.

108

0



Enkelt trykkforsøk : (strek angir def. % v/brudd)      Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret:  $\nabla$  /  $\nabla$

Penetrometerforsøk Konsistensgrense  $w_p$  |-----|  $w_L$       Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk       $\emptyset$ = Ødometerforsøk      K= Kornfordeling

0	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350007108 Målestokk: 1:100      Status: Datarapport

Kvikkleiresone 578 Høgnes  
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 3

TERRENHØYDE: +26.6 PRØVETYPE: 54 mm




Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no


Tegning nr. 109      Rev. 0



Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærfasthet ( $C_u$ ) i kPa				$S_t$
				10	20	30	40		20	40	60	80	
5													
	LEIRE	med tynne siltlag siltig,gruskorn,små skjellrester	08				19.4 19.9						10 5
		siltig,med, tynne, siltlag enkelte små skjellrester	09	TØK			20.0 20.4						7 19
10	KVIKKLEIRE		10	TØK			19.2 19.5						117 85
15													
20													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def. % v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk  Konsistensgrense  $w_p$  |-----|  $w_L$

Andre forsøk:

T= Treaksialforsøk

Ø= Ødometerforsøk

K= Kornfordeling

0	19.11.2014		AKM	AKM	NAZA
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350007108 Målestokk: 1:100

Status: Datarapport

Kvikkleiresone 578 Høgnes  
NVE

BORPROFIL HULL NR.: 4

TERRENGHØYDE: +34.7 PRØVETYPPE: 54 mm

**RAMBOLL**

Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

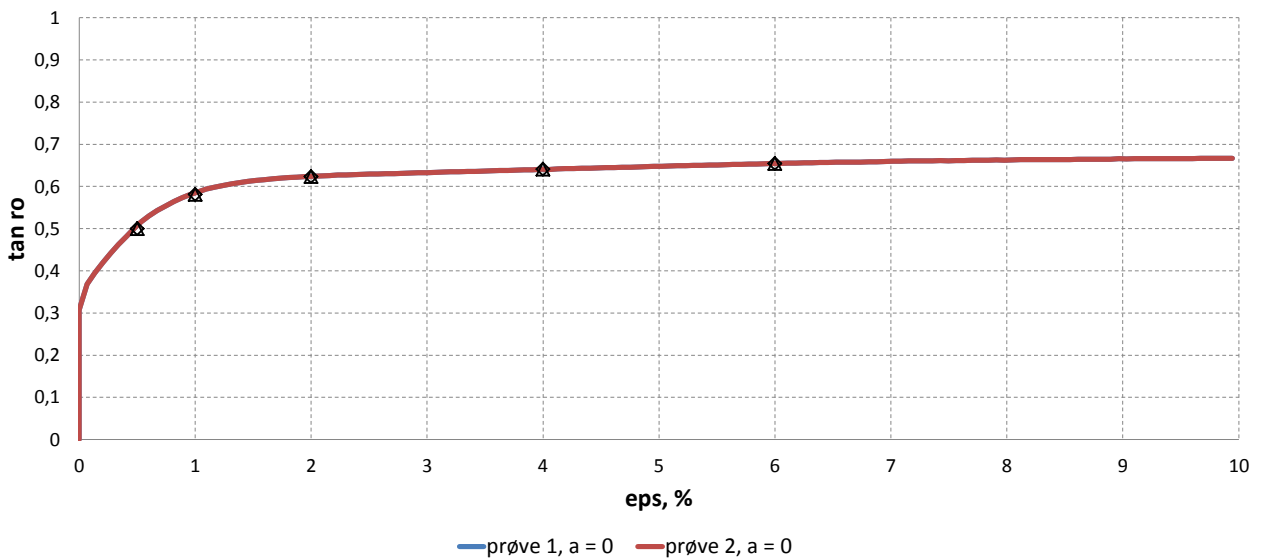
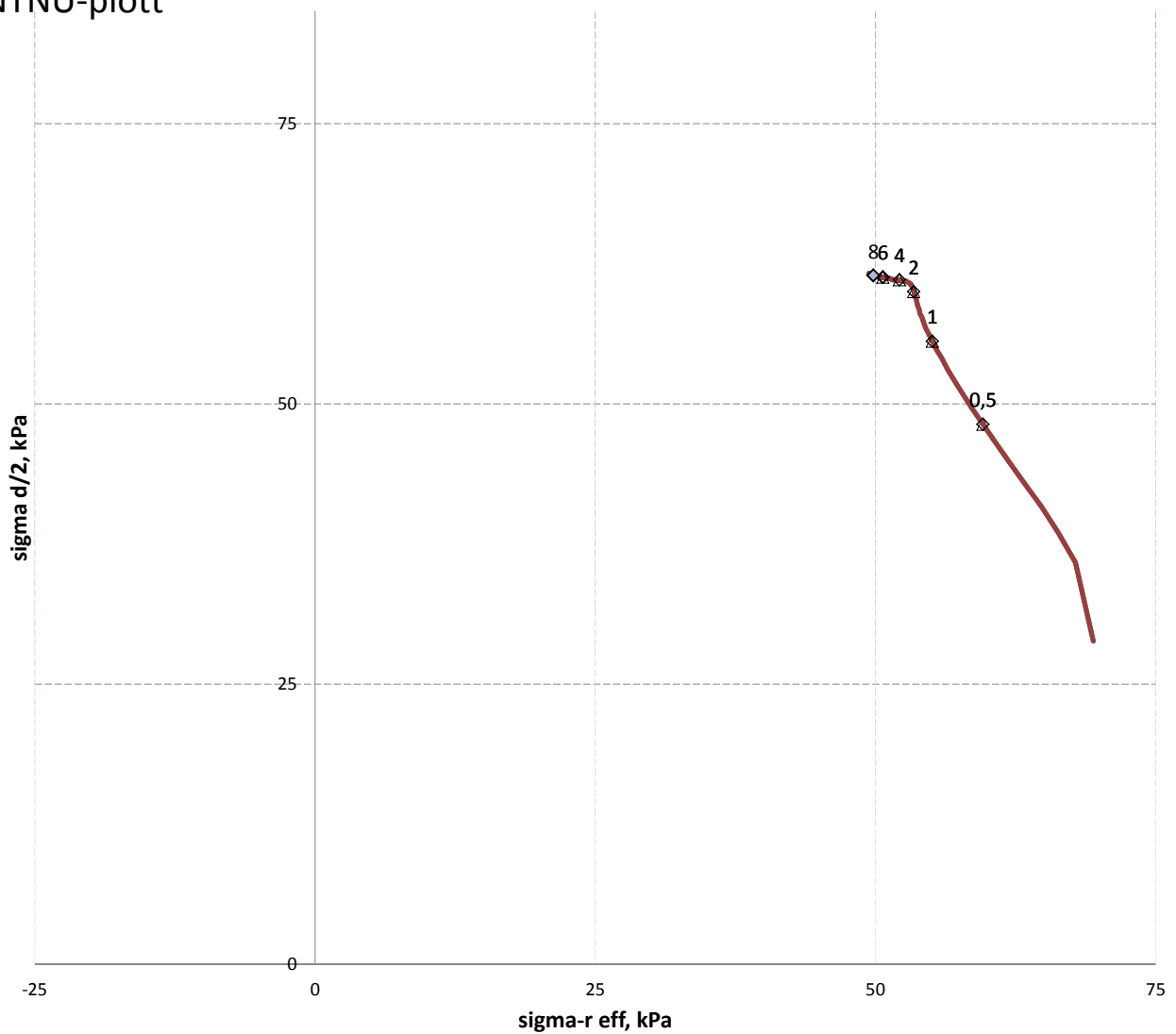
Tegning nr.

Rev.

110

0

# NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	$\Delta$	4	9	8,50m	CAUc	4,7	2,0	Leire



Kvikkleiresone 578 Høgnes

NVE

TREKSIALFORSØK

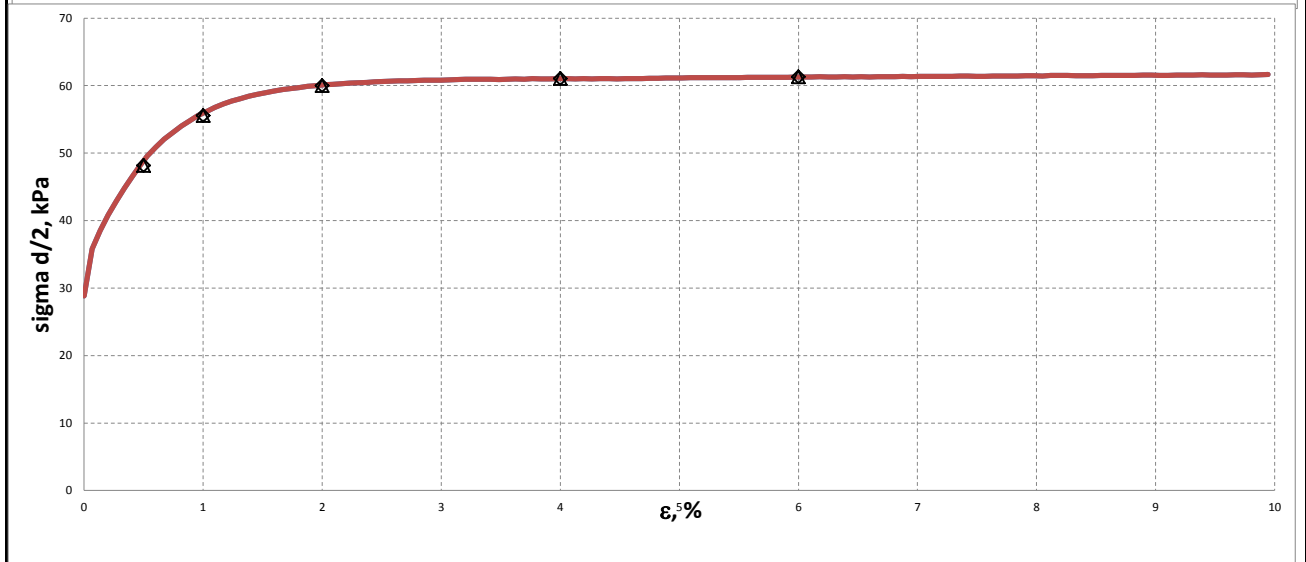
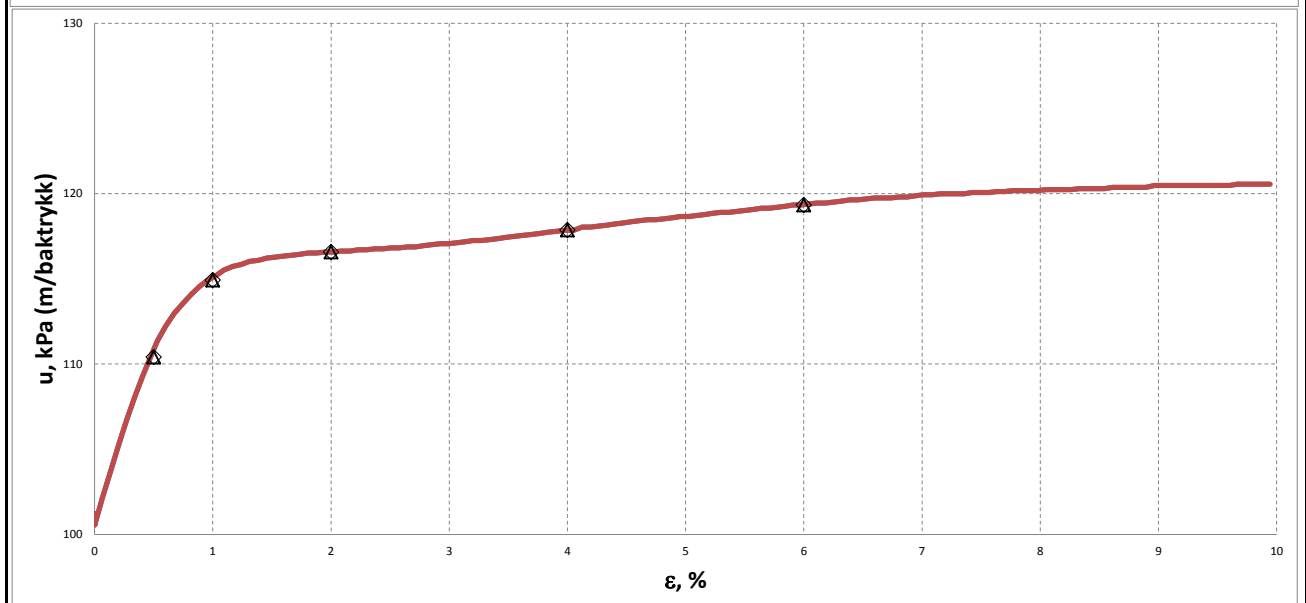
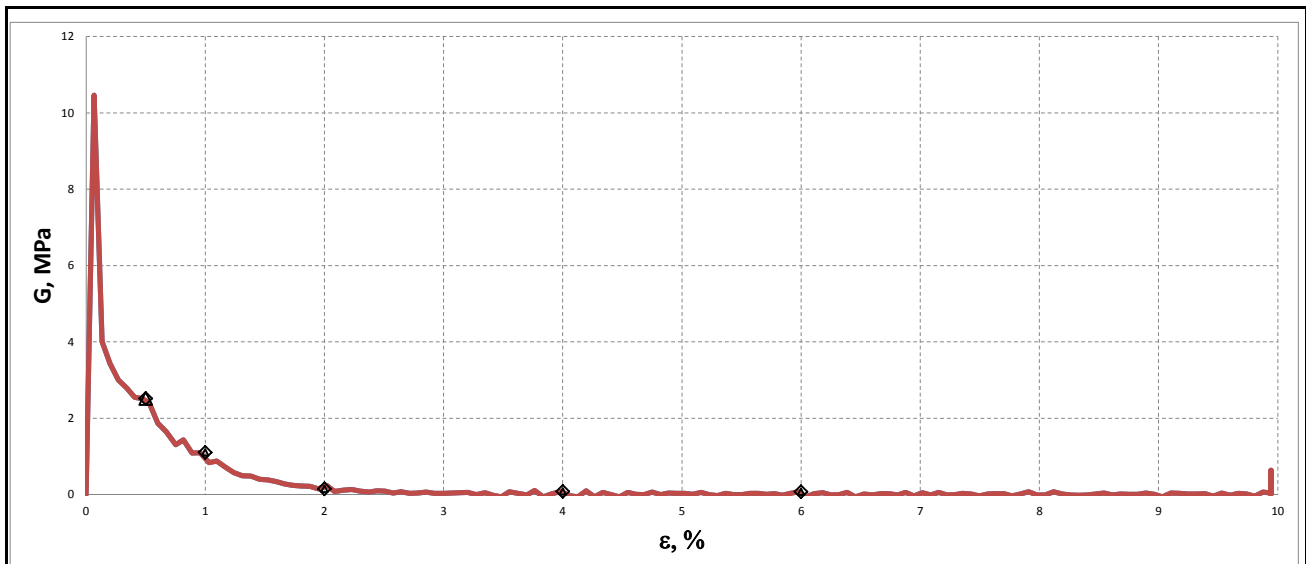
Oppdrag  
1350007108

Tegn./kontr.  
ESK/AKM

Bilag  
-

Dato  
20.11.2014

Tegn. Nr.  
111A



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	4	9	8,50m	CAUc	4,7	2,0	Leire



Kvikkleiresone 578 Høgnes

NVE

TREKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350007108

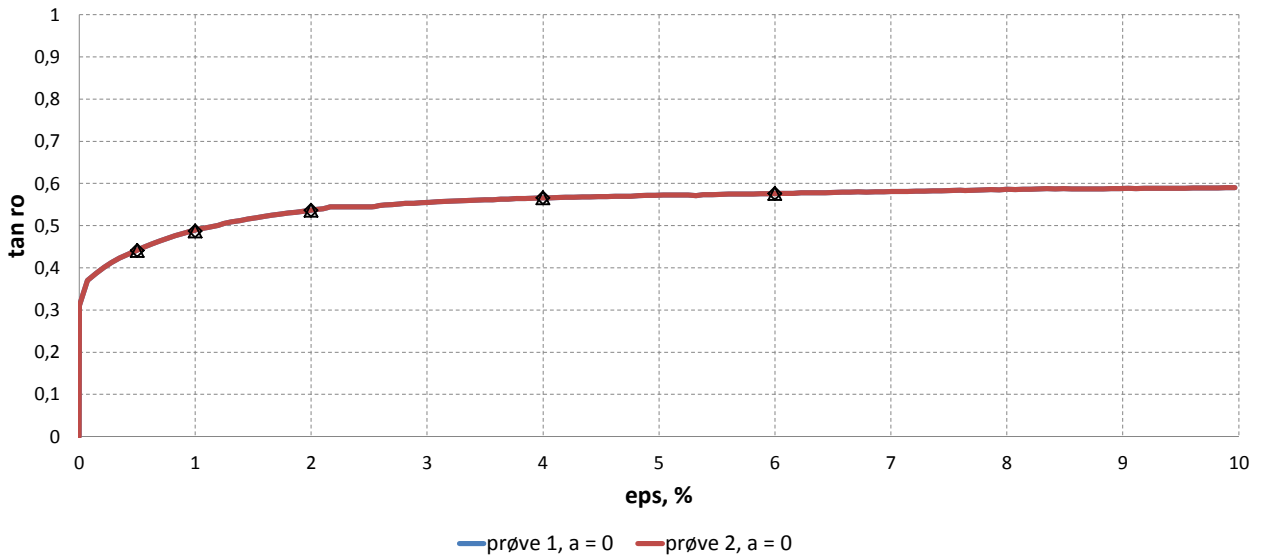
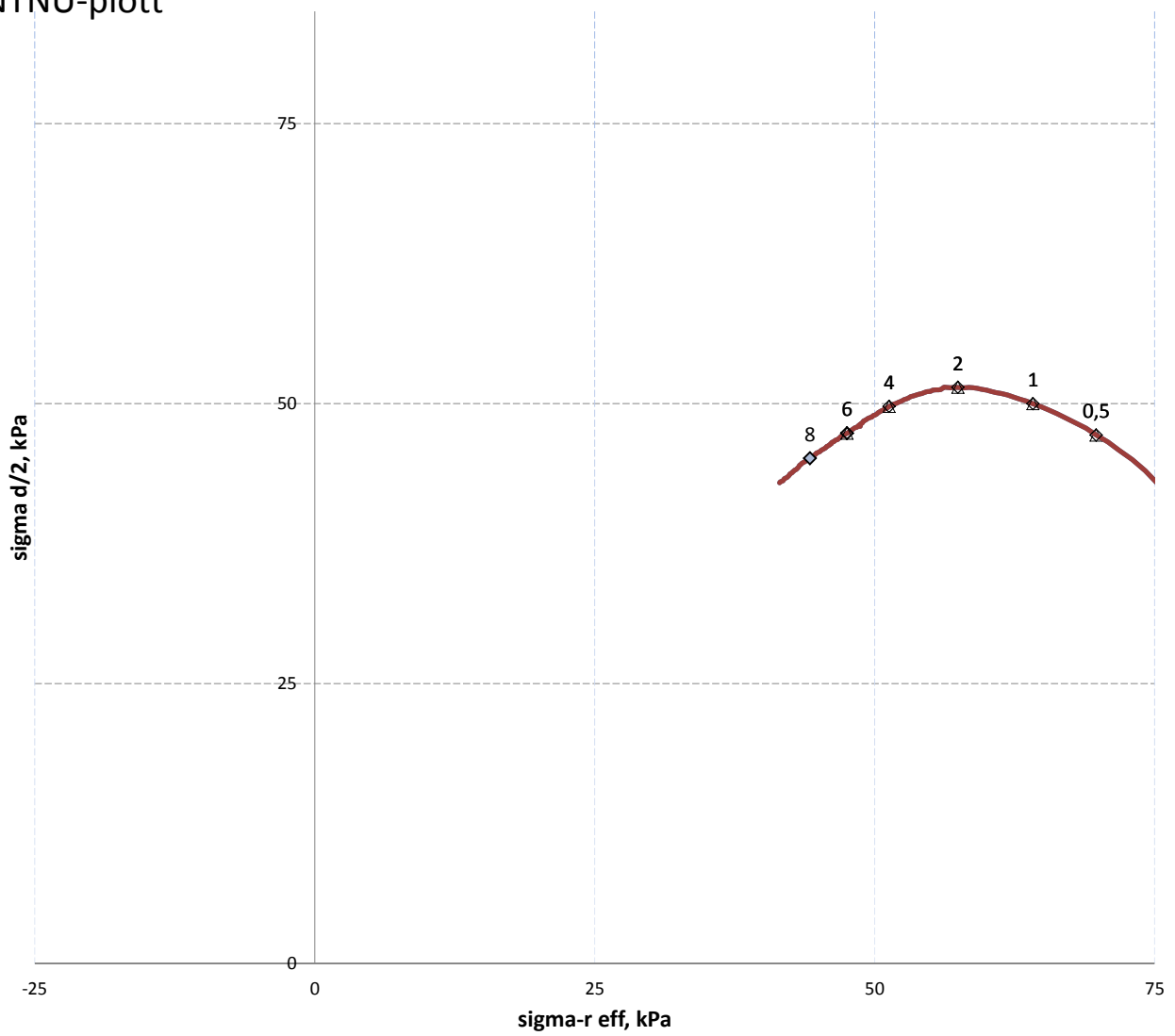
Tegn./kontr.  
ESK/AKM

Dato  
20.11.2014

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
111B

# NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	$\Delta$	4	10	10,50m	CAUc	7,0	3,1	Kvikkleire



Kvikkleiresone 578 Høgnes

NVE

TREAKSIALFORSØK

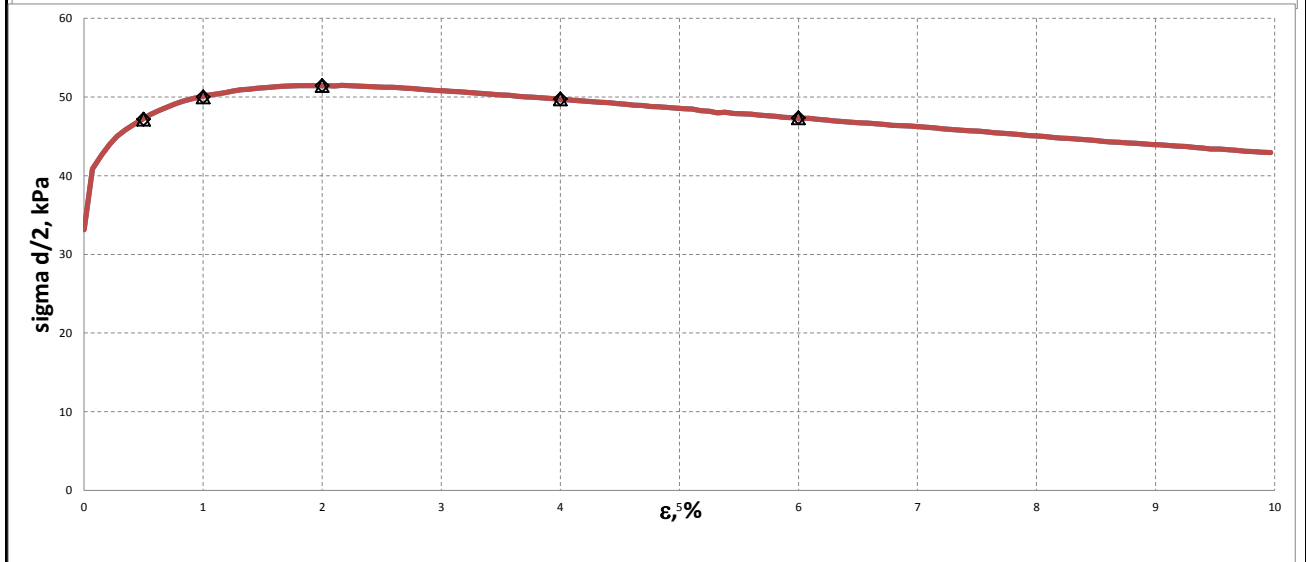
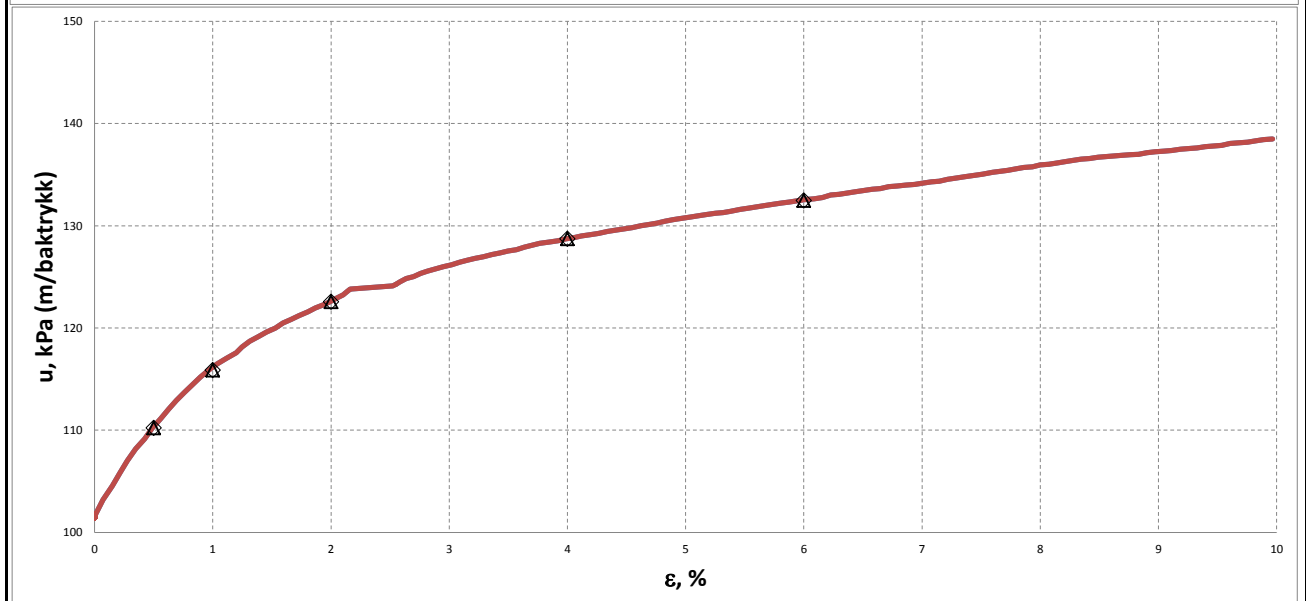
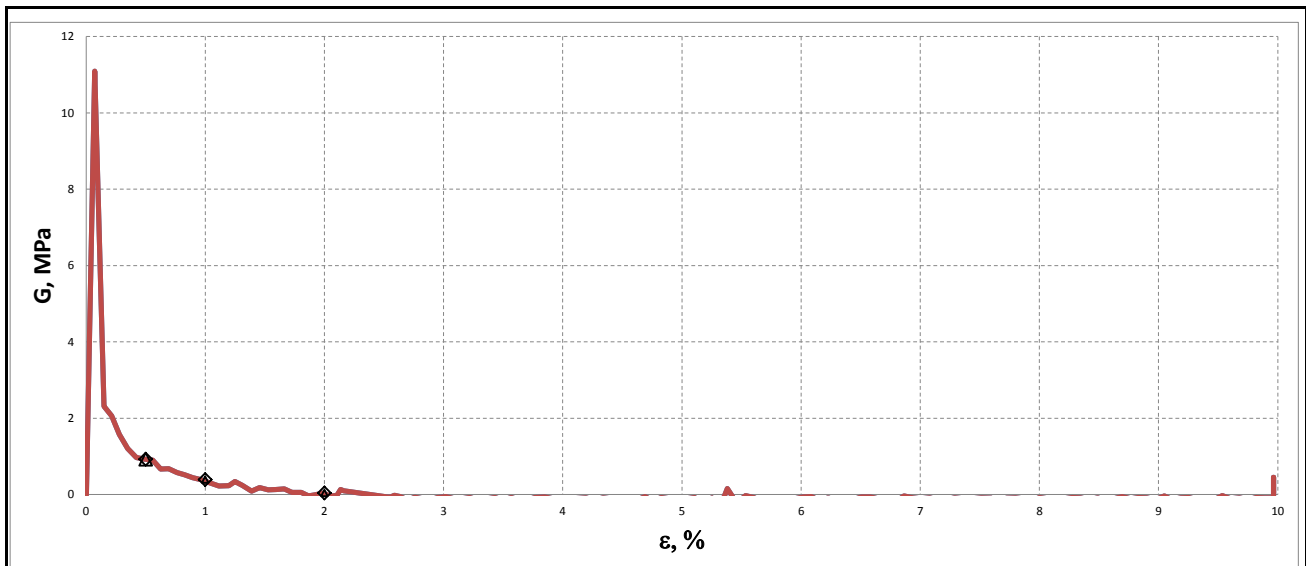
Oppdrag  
1350007108

Tegn./kontr.  
ESK/AKM

Bilag  
-

Dato  
20.11.2014

Tegn. Nr.  
112A



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	dV (cm3)	dV (%)	KOMMENTAR
1	Δ	4	10	10,50m	CAUc	7,0	3,1	Kvikkleire



Kvikkleiresone 578 Høgnes

NVE

TREKSIALFORSØK

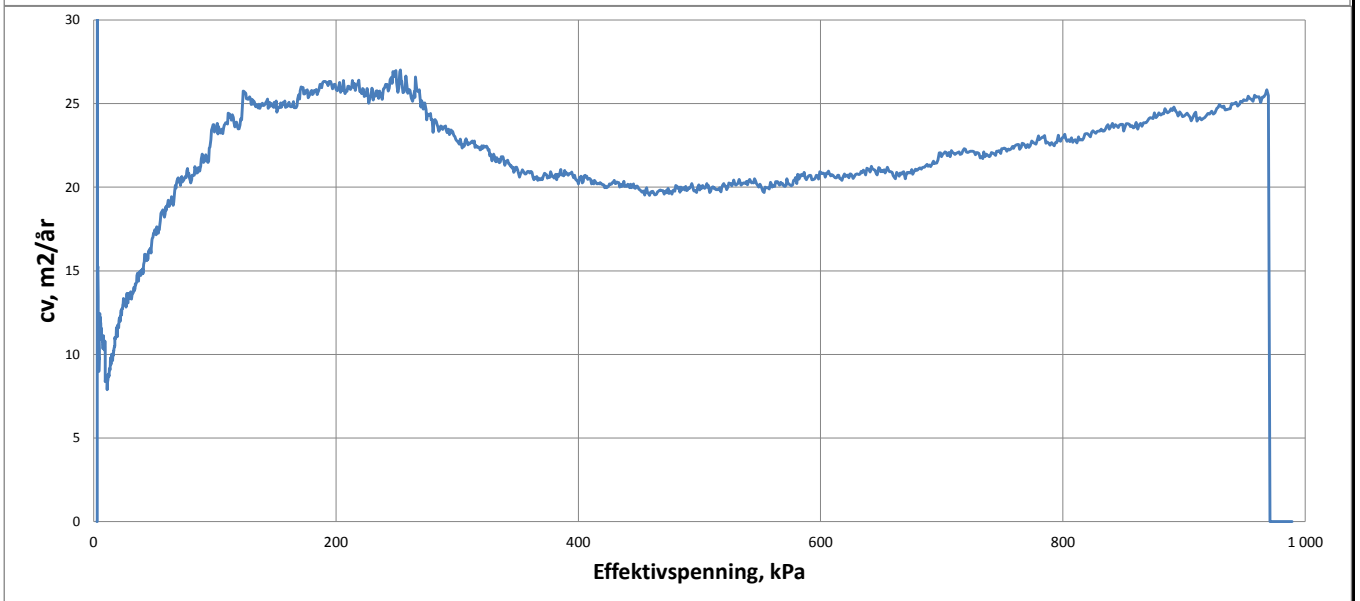
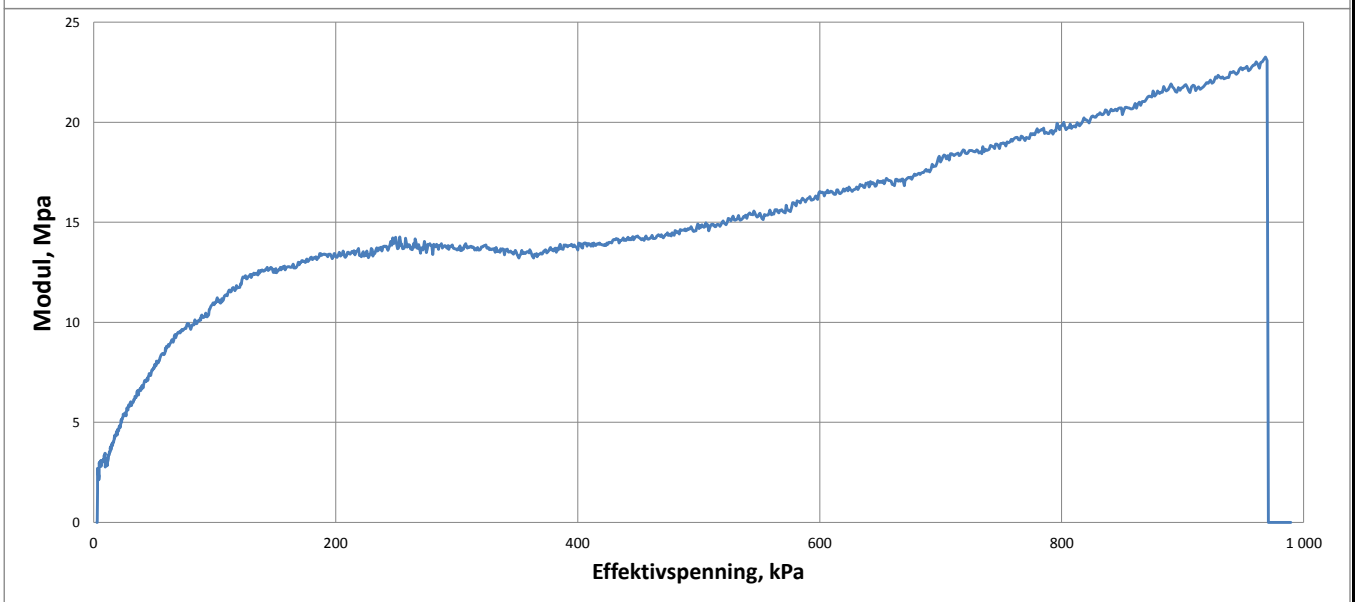
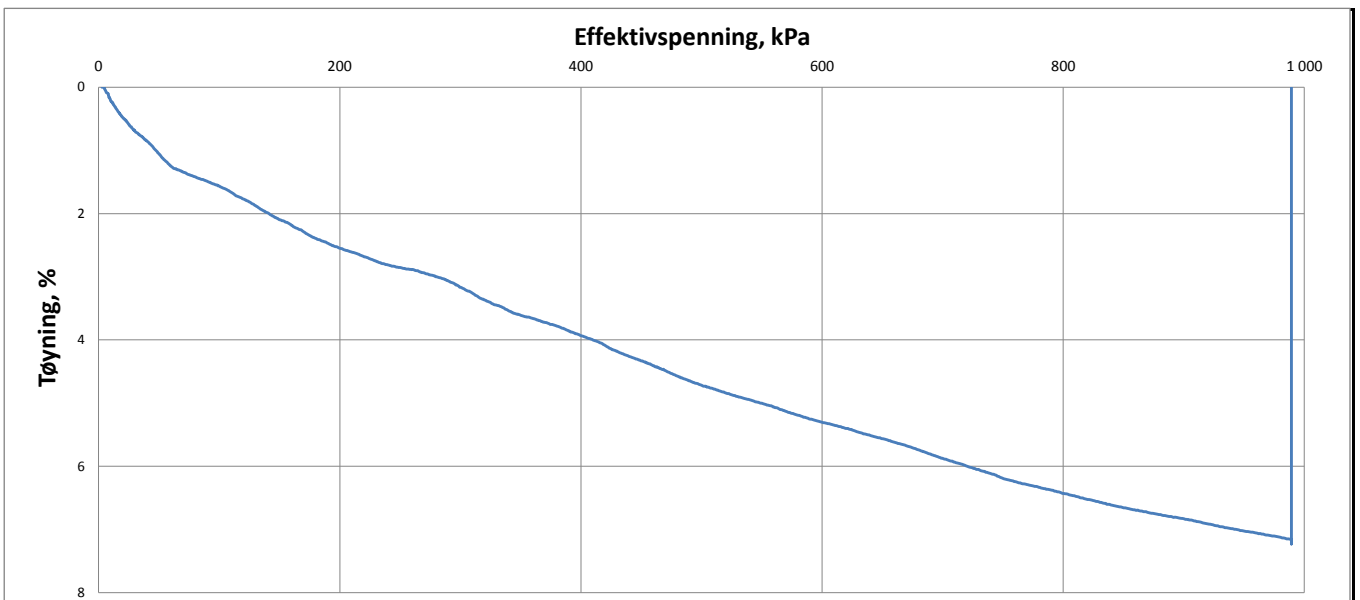
Oppdrag  
1350007108

Tegn./kontr.  
ESK/AKM

Dato  
20.11.2014

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
112B



pkt 4 lab 9 dybde 8,60m Leire, siltig



Kvikkleiresone 578 Høgnes

NVE

ØDOMETERFORSØK

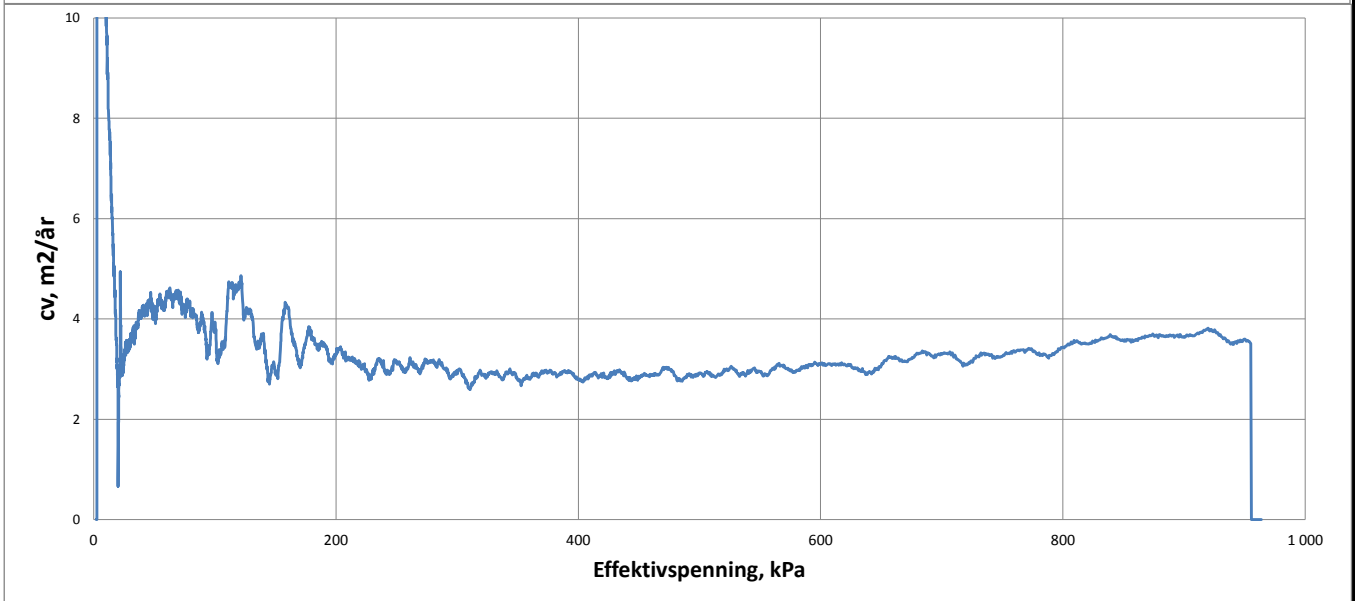
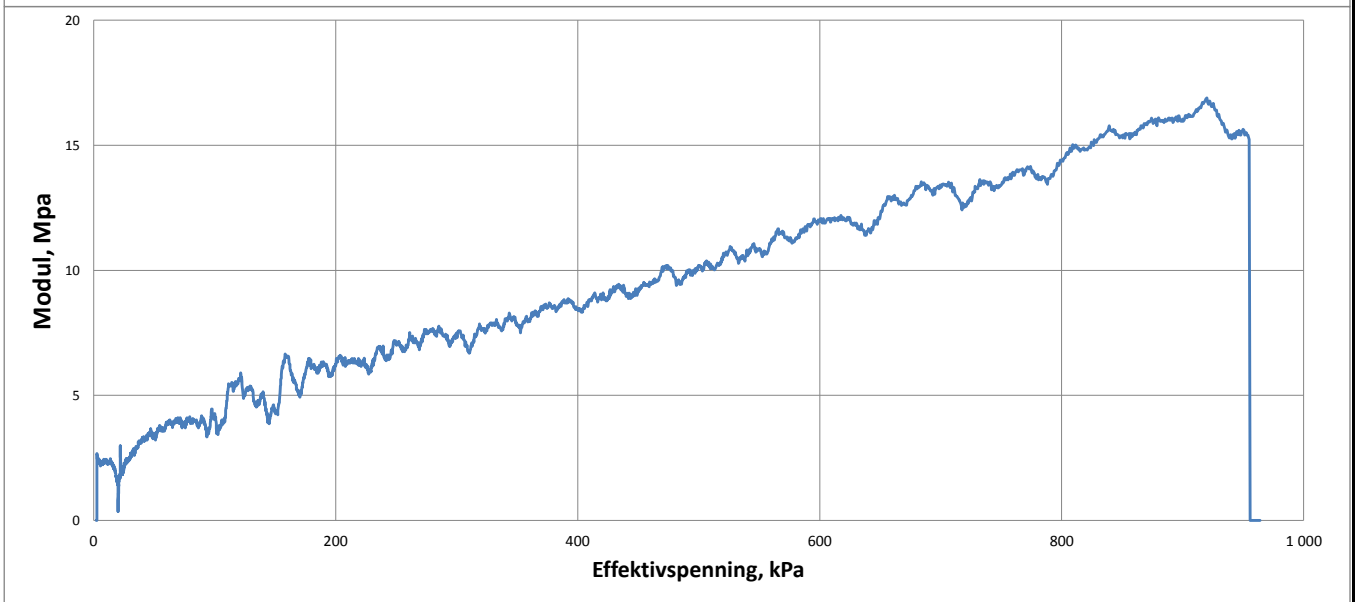
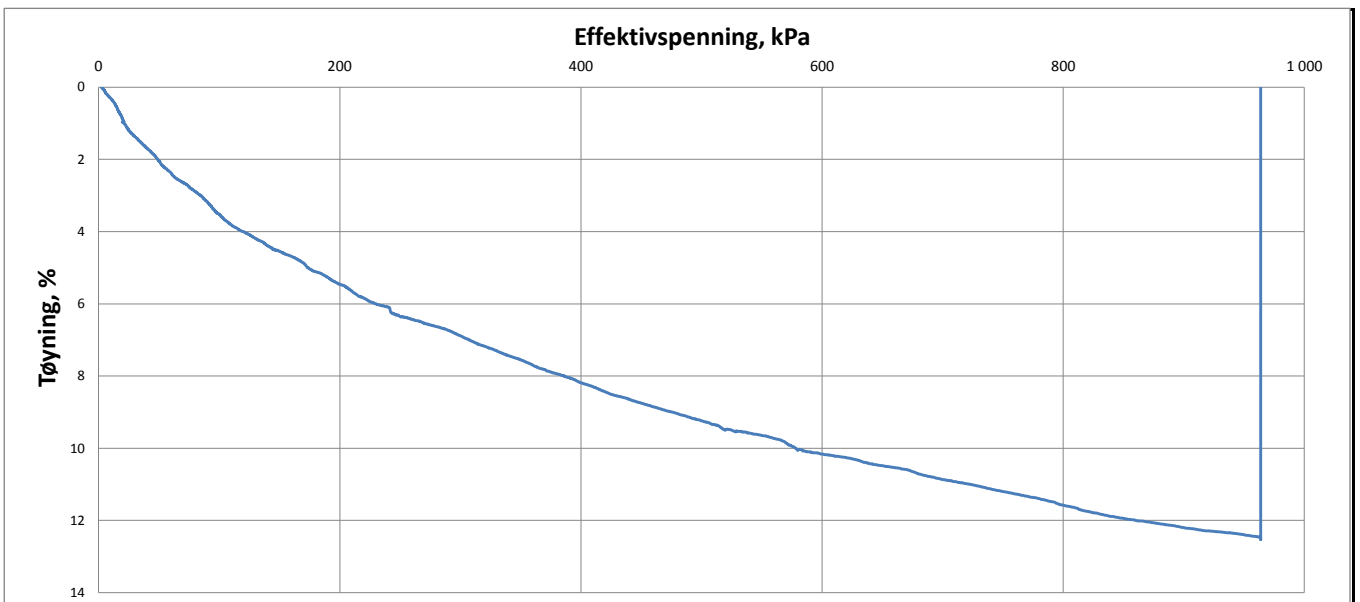
Oppdrag  
1350007108

Tegn./kontr.  
ESK/AKM

Dato  
20.11.2014

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
113



pkt 4 lab 10 dybde 10,60m Kvikkleire



Kvikkleiresone 578 Høgnes

NVE

Ødometerforsøk

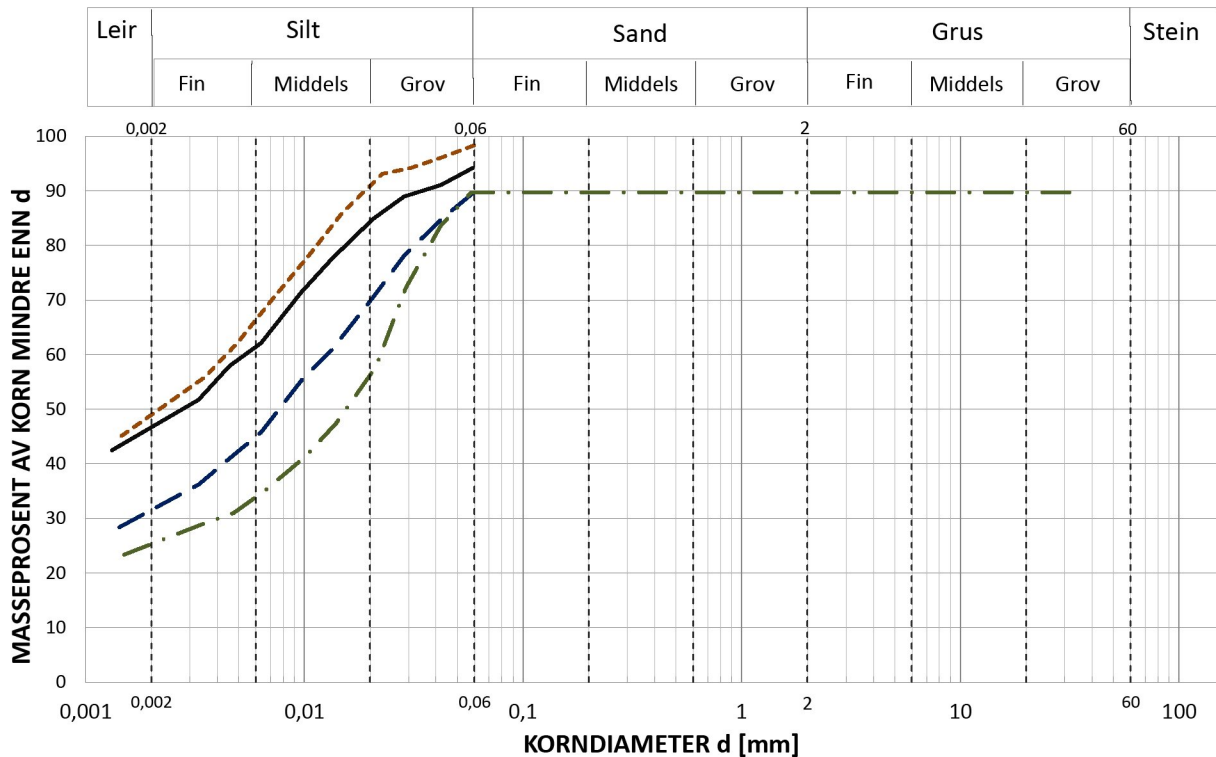
Oppdrag  
1350007108

Tegn./kontr.  
ESK/AKM

Dato  
20.11.2014

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
114



Symbol	—	- - -	- · - · -	- - - - -	- · - · - · -
Prøve	A	B	C	D	E
Borhull	1	3	4	4	
Dybde	9,1-9,9m	4,1-4,9m	8,1-8,9m	10,1-10,9m	
labnr	3	7	9	10	
Beskrivelse	Leire	Leire	Leire,siltig	Leire	
$d_{10}$					
$d_{25}$			0,002		
$d_{50}$	0,003	0,008	0,016	0,002	
$d_{60}$	0,005	0,013	0,023	0,004	
$d_{75}$	0,012	0,025	0,032	0,009	
$C_u$			15,2		
% < 0,02mm	84,2	69,6	55,9	90,6	
% < 0,063mm	94,1	89,5	89,7	98,3	
% < 0,2mm	94,1	89,5	89,7	98,3	
Telegruppe	3	4	4	3	

$$C_u = d_{60}/d_{10} \quad (\text{alternativt } d_{75}/d_{25})$$



Rambøll, Divisjon Geo og Miljø  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim

Versjon 2014-07-28

Kvikkleiresone 578 Høgnes

NVE

KORNFORDELINGSFORSØK

Revisjon

Oppdrag  
1350007108

Tegn./kontr.  
ESK/AKM


Bilag

Dato  
26.11.2014


Tegn. Nr.  
115



# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	4	Dato:	13.11.2014
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Foss, Johan
Filtertype:	Ferdigmettet porøfilter	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Ja	Sondetemperatur start [°C]:	6
Forboring [m]:	5,5	Sondetemperatur slutt [°C]:	5,8
Sum boring [m]:	26	Kontroll skriver [m]:	26,11
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	4,3
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	0,1349	0,0035	0,0036
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0063	-1	1
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	7,0090	1,0139	1,0258
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>NVE</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Kvikkleiresone 587 Høgnes, Verdal</b>		
Borpunkt nr.:	4	Sonde:	4505
	Dato: 13.11.2014	Tegnet: Svegård, Olav	Kontrollert: NAZA
	Oppdragsnr.: 1350007108	Bilag nr.: 1	

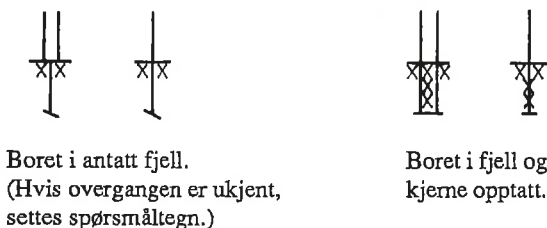
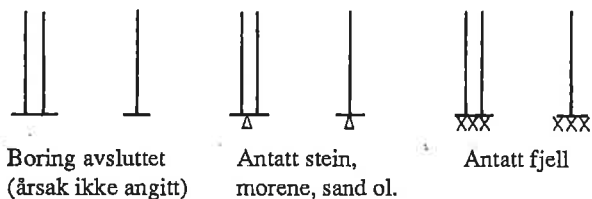
# DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4505	Oppløsning:	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,851	Arealforhold, b:	0
Kalibreringsdato:	11.10.2012	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5741	0,0104	0,0222
Max. temp. effekt, ubelastet [kPa]:	26,9827	0,6968	0,7104
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	6	Dato:	13.11.2014
Borleder:	Svegård, Olav	Assistent:	Foss, Johan
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfiltet	Mettningsmedium:	Frostvæske
Forankring:	Nei	Sondetemperatur start [°C]:	8,3
Forboring [m]:	0	Sondetemperatur slutt [°C]:	8,1
Sum boring [m]:	14,53	Kontroll skriver [m]:	14,1
Avstand mellom målinger [mm]:	20	Max. helning [°]:	1,4
Merknad:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	0,1349	0,0035	0,0036
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0046	-2,4	0,6
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Samlet nøyaktighet, $\Delta_{TOT}$ [kPa]:	5,3090	2,4139	0,6258
Tillatt nøyaktighet A1, $\Delta_k$ [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktighet A2, $\Delta_k$ [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktighet A3, $\Delta_k$ [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	1	1	1
Vurdering profil:			
Oppdragsgiver: <b>NVE</b> Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet	Oppdrag: <b>Kvikkleiresone 578 Høgnes, Verdal</b>		
Borpunkt nr.:	6	Sonde:	4505
	Dato: 13.11.2014	Tegnet: Svegård, Olav	Kontrollert: NAZA
	Oppdragsnr.: 1350007108	Bilag nr.: 2	

**MARKUNDERSØKELSER**

Sonderinger utføres for å få en orientering om grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt fjell eller annen fast grunn.

Avslutning av boring (gjelder alle sonderingstyper).

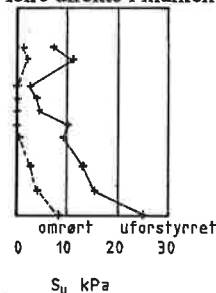


**Fjellkontrollboring** utføres med 32 mm stenger med muffeskjøter og hardmetallkroner nederst. Boret drives av en tung trykkluftdrevet borhammer under spyling med vann av høyt trykk. Når fjell er nådd, bores noe ned i fjellet, vanligvis ca. 3 meter, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

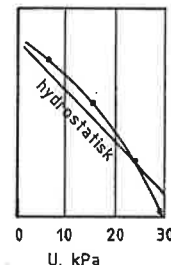
**Prøvetaking** utføres for undersøkelse i laboratoriet av grunnens geotekniske egenskaper. **Uforstyrrede prøver** tas opp med NGI's 54 mm stempelprøvetaker. Prøvene skjæres ut med tynnveggede stålsylindere med innvendig diameter 54 mm og lengde 80 cm (evt. 40 cm). Prøvene forsegles i begge ender for å hindre uttørring før de åpnes i laboratoriet.

**Representative prøver** tas med forskjellige typer støtbor- og ram-prøvetaker, ved sandpumpe i nedspylte eller nedrammede foringsrør, av oppspylt materiale ved nedspyling av foringsrør og ved skovlboring i de øvre lag. Slike prøver tas hvor grunnene ikke egner seg for vanlig sylindrerprøvetaker og hvor slike prøver tilfredsstillende formålet.

**Vingeboring** bestemmer udrenert skjærstyrke ( $s_u$ ) av leire direkte i marken (in situ). Måling utføres ved at et vingekors, som er presset ned i grunnen, dreies rundt med bestemt jevn hastighet til brudd i leira. Maksimale dreiemoment gir grunnlag for å beregne leiras udrenerte skjærstyrke, som også måles i omrørt tilstand etter brudd.

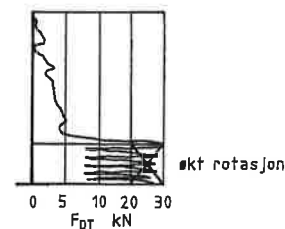


**Porevanntrykket** i grunnen måles med et piezometer. Dette består av et sylindrisk filter av sintret bronse som trykkes eller rammes ned til ønsket dybde ved hjelp av rør. Vanntrykket ved filteret registreres enten **hydraulisk** som stighøyden i en plastslange inne i røret (ved overtrykk påsettes manometer over terrenget) eller **elektronisk** ved hjelp av en direkte trykkmåler innenfor filteret.

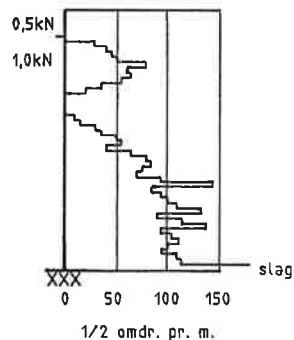


**Grunnvannstanden** observeres vanligvis direkte ved vannstand i borhullet.

**Dreietrykksondering** utføres med 36 mm glatte skjøtbare stålstenger påsatt en normert spiss. Borstangen trykkes ned med konstant hastighet 3 m/min. og konstant rotasjon 25 omdr./min. Sonderingsmotstanden registreres som den til en hver tid nødvendige nedpressningskraft for å holde normert nedtrengnings-hastighet. Når motstanden øker slik at normert nedtrengnings-hastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet.



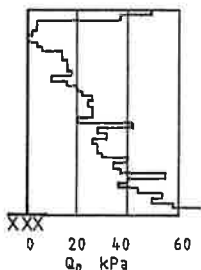
**Dreiesondering** utføres med 22 mm stålstenger med glatte skjøter påsatt en 200 mm lang spiss av firkantstål som er tilspisset i enden og vridd en omdreining. Boret belastes med inntil 1 kN og hvis det ikke synker for denne last, dreies det ned med motor eller for hånd. Antall halve omdreininger pr. 20 cm synkning noteres. Ved opptegninger vises antall halve omdreininger pr. meter synkning grafisk med dybden i borhullet og belastningen angis til venstre for borhullet.



**Totalsondering** kombinerer dreietrykksondering og fjellkontrollboring. Det brukes hydraulisk drevet borrhigg. Boring gjennom stein og blokk og ned i berg utføres ved slag og spyling.

Boredata (nedpressingskraft, synkhastighet, spyletrykk etc.) måles ved elektriske givere og overføres automatisk til en elektronisk registreringsenhet (Geoprinter). Resultatene tegnes opp vha. EDB.

**Ramsondering** utføres med 32 mm stålstenger med glatte skjøter og en normert spiss. Boret rammes ned i grunnen av et fall-lodd med vekt 0,635 kN og konstant fallhøyde 0,6 m. Motstanden mot nedramming registreres ved antall slag pr. 20 cm synkning.



Rammemotstanden:

$$Q_0 = \frac{\text{Loddvekt} \times \text{fallhøyde}}{\text{synkning pr. slag}} \text{ (kNm/m)}$$

angis i diagram som funksjon av dybden.

**LABORATORIEUNDERSØKELSER**

Ved åpning av prøven beskrives og klassifiseres jordarten. Videre kan bestemmes:

Romvekt

( $\gamma$  i kN/m<sup>3</sup>) for hel sylinder og utskåret del.

Vanninnhold

(w i %) angitt i prosent av tørrvekt etter tørking ved 110 °C.

Flytegrense

( $w_L$  i %) og utruulingsgrense ( $w_p$  i %) som angir henholdsvis høyeste og laveste vanninnhold for plastisk (formbart) område av leirmateriale. Differansen  $w_L - w_p$  benevnes plastisitetsindeks. Er det naturlige vanninnhold over flytegrensen, blir materialet flytende ved omrøring.

Udrenert skjærstyrke

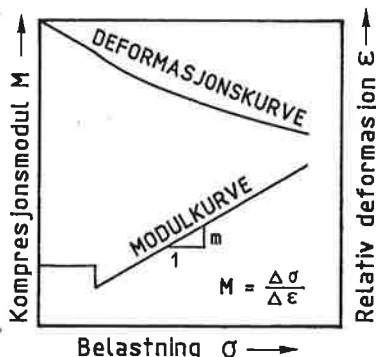
( $s_u$  i kN/m<sup>2</sup>) av leire ved hurtige enaksiale trykkforsøk på uforstyrrede prøver med tverrsnitt 3,6 x 3,6 cm<sup>2</sup> (evt. hel prøve) og høyde 10 cm. Skjærstyrken settes lik halve trykkfastheten. Dessuten måles skjærstyrken i uforstyrret og omrørt tilstand ved konusforsøk, hvor nedsynkningen av en konus med bestemt form og vekt registreres og skjærstyrken tas ut av en kalibreringstabell. Penetrometer, som også er en indirekte metode basert på innsynkning, brukes særlig på fast leire.

Sensitiviteten ( $S_t$ )

er forholdet mellom udrenert skjærstyrke av uforstyrret og omrørt materiale, bestemt på grunnlag av konusforsøk i laboratoriet. Med kvikkleire forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

Kompressibilitet

av en jordart ved ødometerforsøk. En prøve med tverrsnitt 20 cm<sup>2</sup> og høyde 2 cm belastes trinnvis i et belastningsapparat med observasjon av sammentrykningen for hvert trinn som funksjon av tiden. Resultatet tegnes opp i en deformasjons- og modulkurve og gir grunnlag for setningsberegning.



Humusinnhold

(relativt) ut fra fargeomslag i en natronlutopløsning.

En nøyaktigere metode er våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd der humusinnholdet settes lik vekttapet (evt. glødetapet ved humusrike jordarter) og uttrykkes i vektprosent av tørt materiale.

Saltinnhold

(g/l eller o/oo) i porevannet ved titrering med sølvnitrat-oppløsning og kaliumkromat som indikator.

Kornfordeling

ved sikting av fraksjonene større enn 0,06 mm. For de finere partikler bestemmes den ekvivalente korndiameter ved hydrometeranalyse. En kjent mengde materialer slemmes opp i vann og romvekten av suspensjonen måles i en bestemt dybde som funksjon av tiden. Kornfordelingen kan så beregnes ut fra Stoke's lov om kulers sedimentasjonshastighet.

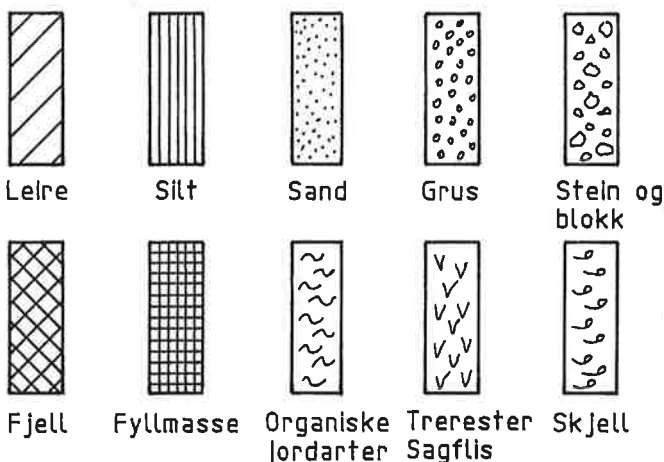
Fraksj.betegn.	Leir	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørr. mm	< 0,002	0,002-0,06	0,06-2	2-60	60-600	> 600

Jordarten

benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den dominerende, og adjektiv for medvirkende fraksjon. Jordarten angis som leire når leirinnholdet er over 15%. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle kornstørrelser fra leir til blokk.

Organiske jordarter

klassifiseres etter opprinnelse og omdanningsgrad (torv, gytje, dy, matjord).



Anmerkning

- Leire: T = tørrskorpe  
R = resedimenterte masser  
K = kvikkleire
- Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.
- Morene vises med skyggelegging.
- For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen:  
Ca. = kalkkonkresjoner  
Fe = jernkonkresjoner  
AH = aurlulle

**SPESIELLE UNDERSØKELSER**

SPESIELLE MARKUNDERSØKELSER.

Feltkompressometer

benyttes for undersøkelse av grunnens kompressibilitet direkte i marken. I prinsippet består utstyret av en skruplate med diameter 16 cm som kan skrues ned til ønsket dybde.

For hver valgt dybde utføres et belastningsforsøk ved hjelp av en jekk og sammenhengen mellom belastning og setning registreres.

Resultatene fremstilles som deformasjonskurver og derav kan beregnes modultall (m) som uttrykk for grunnens kompressibilitet og benyttes ved setningsberegning.

Permeabilitetsmåling

in situ utføres ved infiltrasjonsforsøk eller prøvepumping. Infiltrasjonsforsøk kan for eksempel utføres ved hjelp av et piezometer som fylles opp med vann og synkehastigheten måles. Ved prøvepumping må vannstanden observeres i flere punkter i forskjellig avstand.

Korrosjonssondering

utføres med en sonde av stål med isolert magnesiumspiss (NGI's type). Strømstyrke og motstand måles i forskjellige dybder i grunnen og derav kan beregnes en relativ depolarisasjonsgrad samt grunnens spesifikke motstand. Ut fra dette kan korrosjonshastigheten for stål vurderes.

Feltkontroll av komprimeringsgrad.

Komprimeringsgraden for oppfylt materiale er forholdet mellom oppnådde tørr-romvekt  $\gamma_d$  ved feltkomprimering og maksimal tørr-romvekt  $\gamma_{d\ max}$  bestemt ut fra standardiserte komprimeringsforsøk i laboratoriet.

- Sandvolummeter- og vannvolummetermetoden.

I felten bestemmes  $\gamma_d$  ved å måle volumet av en utgravd prøve og å veie det utgravde materiale i fuktig og tørr tilstand. Volumet av prøven bestemmes ved å fylle det utgravde hull med en tørr sand med kjent romvekt, eller ved å forsegle hullet og fylle det opp med vann. Ut fra kjente data kan således vanninnhold og tørr-romvekt av det utgravde materialet bestemmes. Denne metode kan benyttes i relativt finkornig og ensgradert materiale.

- Platebelastningsforsøk.

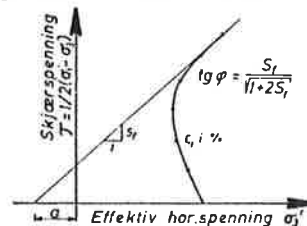
I grov og samfengt masse (grov grus, finsprengt stein o.lign.) gir sandvolummeter og vannvolummetermetoden utilfredsstillende nøyaktighet, og komprimeringen av slikt materiale undersøkes ved å bestemme oppfyllingens elastisitetsmodul ut fra platebelastningsforsøk.

En sirkulær plate med  $\varnothing = 30$  cm plasseres på den komprimerte grunnen og belastes trinnvis samtidig som nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning av platen måles med spesielt måleutstyr. Samhørende verdier for belastning og nedbøyning avsettes i diagram og elastisitetsmodulen E beregnes. Den målte elastisitetsmodul sammenholdes med oppsatte krav til elastisitetsmodul ut fra aktuelle belastningsforhold, og forholdet mellom disse verdier betegnes komprimeringsgrad.

SPESIELLE LABORATORIEUNDERSØKELSER.

Skjærstyrkeparametrene.

friksjonsvinkel ( $\phi$ ) og attraksjon (a i  $\text{kN/m}^2$ , evt. kohesjon  $c = a \cdot \text{tg } \phi$ ) bestemmes ved triaksialforsøk på små prøver i laboratoriet. En sylindrisk prøve konsolideres for et allsidig trykk og vertikalbelastningen økes deretter til brudd. Under forsøket måles poretrykk, slik at effektive spenninger kan beregnes (totaltrykk minus poretrykk). Forsøket fremstilles oftest som en vektor i et hovedspenningsdiagram.



Permeabilitetskoeffisienten

(k i cm/s) er strømningshastigheten for vann gjennom materialet ved en hydraulisk gradient lik 1,0. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk på små prøver for konstant eller fallende potensial. Dette kan gjøres i triaksialapparat for finkornige prøver eller i større apparatur for mer grovkornige prøver.

Maksimal tørr-romvekt og optimalt vanninnhold etter Proctor-metoden.

Ved komprimering av jordartsmateriale oppnåes tettete lagring av mineral Kornene, dvs. høyest tørr-romvekt, når vanninnholdet i materialet har en bestemt verdi under komprimeringsarbeidet. Materialets egenskaper som stabilitet øker, og kompressibiliteten avtar med økende lagringstetthet.

I laboratoriet bestemmes det optimale vanninnholdet ved å komprimere prøver av materialet med varierende vanninnhold etter en standardisert forskrift, Proctormetoden. De samhørende verdier for prøvenes vanninnhold og tørr-romvekt beregnes og plottes i et diagram med tørr-romvekt som funksjon av vanninnholdet. Den høyest oppnådde tørr-romvekt betegnes som  $\gamma_{d\ max}$ , og det tilhørende vanninnhold  $W_{opt}$ .

CBR-forsøk.

For materialer som inngår i veg- og eller flyplassoverbygning, eller trafikkbelastet grunn forøvrig, kan dimensjonerende bæreevne semiempirisk bestemmes ut fra belastningsforsøk etter CBR-metoden (California Bearing Ratio).

Materialet som skal undersøkes komprimeres lagvis ved optimalt vanninnhold i en sylinder med volum ca. 2,3 l. Komprimeringsarbeidet tilsvarer Modifisert Proctor. Deretter settes sylindren med prøve i vannbad i 96 timer for fullstendig vannmetning. Etter vannmetning påføres prøven belastning ved at et stempel med areal 3  $\text{inch}^2$  med konstant bevegelsehastighet = 0,05  $\text{inch}$  pr. min. presses ned i denne. Rundt stempelet på prøvens overflate er prøven belastet med blyringer med vekt som tilsvarer vekten av evt. overbygning. Stempelkraften ved 0,1" og 0,2" inntrykking av stempelet registreres og sammenlignes med verdier for tilsvarende inntrykking på et referansemateriale. Forholdet mellom den avleste kraft og referansekraften beregnes i prosent og betegnes CBR-verdi. Dersom CBR-verdien ved 0,2" er høyere enn ved 0,1" stempelinntrykking kan denne verdien rapporteres som materialets CBR-verdi hvis dette forhold bekreftes ut fra forsøk på 2 prøver.